



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

UC-NRLF



B 3 869 396



Calif. L.

Anat. dept.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class

BIOLOGY
LIBRARY
G







Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,
G. Retzius in Stockholm

E. A. Schäfer

in Edinburg

L. Testut

in Lyon

und

Fr. Kopsch

in Berlin.

Band XXIII. Heft 1/3.

LEIPZIG

Verlag von Georg Thieme

Rabensteinplatz 2

1906.

I n h a l t.

	Seite
Dr. A. Leontowitsch, Zur Frage der Gefässinnervation bei Rana esculenta. (Mit Tafel I, II)	1
Bernhard Rawitz, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen. (Mit Tafel III)	19

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache für die „Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“ werden direkt an die Redaktion: Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Prinzregentenstr. 59, erbeten.

Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.

Contributions (French, English, German, Italian or Latin) should be sent to the associate editors or to the editor Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Prinzregentenstr. 59.

Avis. Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en allemand, en anglais, en français, en italien ou en latin* doivent être adressés à l'un des Professeurs qui publient le journal, ou à M. Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin, Prinzregentenstr. 59.

Die bisher erschienenen Bände kosten:

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bd. I</td><td style="text-align: right;">M. 40.—</td></tr> <tr><td> " II</td><td style="text-align: right;">52.—</td></tr> <tr><td> " III</td><td style="text-align: right;">47.50.</td></tr> <tr><td> " IV</td><td style="text-align: right;">72.—</td></tr> <tr><td> " V</td><td style="text-align: right;">63.—</td></tr> <tr><td> " VI</td><td style="text-align: right;">77.50.</td></tr> <tr><td> " VII</td><td style="text-align: right;">87.—</td></tr> <tr><td> " VIII</td><td style="text-align: right;">100.—</td></tr> <tr><td> " IX</td><td style="text-align: right;">76.30.</td></tr> <tr><td> " X</td><td style="text-align: right;">93.50.</td></tr> <tr><td> " XI</td><td style="text-align: right;">92.60.</td></tr> </table>	Bd. I	M. 40.—	" II	52.—	" III	47.50.	" IV	72.—	" V	63.—	" VI	77.50.	" VII	87.—	" VIII	100.—	" IX	76.30.	" X	93.50.	" XI	92.60.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bd. XII</td><td style="text-align: right;">M. 79.—</td></tr> <tr><td> " XIII</td><td style="text-align: right;">76.10.</td></tr> <tr><td> " XIV</td><td style="text-align: right;">48.30.</td></tr> <tr><td> " XV</td><td style="text-align: right;">73.—</td></tr> <tr><td> " XVI</td><td style="text-align: right;">70.50.</td></tr> <tr><td> " XVII</td><td style="text-align: right;">65.—</td></tr> <tr><td> " XVIII</td><td style="text-align: right;">75.—</td></tr> <tr><td> " XIX</td><td style="text-align: right;">50.—</td></tr> <tr><td> " XX</td><td style="text-align: right;">59.—</td></tr> <tr><td> " XXI</td><td style="text-align: right;">70.—</td></tr> <tr><td> " XXII</td><td style="text-align: right;">50.—</td></tr> </table>	Bd. XII	M. 79.—	" XIII	76.10.	" XIV	48.30.	" XV	73.—	" XVI	70.50.	" XVII	65.—	" XVIII	75.—	" XIX	50.—	" XX	59.—	" XXI	70.—	" XXII	50.—
Bd. I	M. 40.—																																												
" II	52.—																																												
" III	47.50.																																												
" IV	72.—																																												
" V	63.—																																												
" VI	77.50.																																												
" VII	87.—																																												
" VIII	100.—																																												
" IX	76.30.																																												
" X	93.50.																																												
" XI	92.60.																																												
Bd. XII	M. 79.—																																												
" XIII	76.10.																																												
" XIV	48.30.																																												
" XV	73.—																																												
" XVI	70.50.																																												
" XVII	65.—																																												
" XVIII	75.—																																												
" XIX	50.—																																												
" XX	59.—																																												
" XXI	70.—																																												
" XXII	50.—																																												

Bd. I—XXII statt M. 1517.30 nur **M. 1050.—** bar.

Internationale Monatsschrift

für

Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Éd. van Beneden in Lüttich, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,
G. Retzius in Stockholm

E. A. Schäfer

in Edinburg

L. Testut

in Lyon

und

Fr. Kopsch

in Berlin.

Band XXIII. Mit Tafel I—XXII.

LEIPZIG

Verlag von Georg Thieme

Rabensteinplatz 2

1906.

LIBRARY
DEPARTMENT OF ANATOMY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

QPI

I5

V. 23

BIOLOGY
LIBRARY

6

Thin Lib.
Anat. dept.

Inhalt.

	Seite
Dr. A. Leontowitsch , Zur Frage der Gefässinnervation bei <i>Rana esculenta</i> . (Mit Tafel I, II)	1
Bernhard Rawitz , Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen. (Mit Tafel III)	19
A. Rauber , Der Schädel von Kegel. Eine anthropologische Studie. (Mit 16 Textfiguren und Tafel IV—XI) . . .	41
Dr. Friedrich Groyer , Über den Zusammenhang der Musculi tarsales (palpebrales) mit den geraden Augenmuskeln beim Menschen und einigen Säugetieren. (Mit 2 Textfiguren und Tafel XII)	210
C. Pellanda , Referate	228
Dott. Alfonso Buffini , Contributo alla conoscenza della distribuzione ed espansione dei nervi nella Milza di alcuni Vertebrati. (Con Tav. XIII, XIV)	229
Dott. Giovanni Vitali , Contributo allo studio istologico dell'unghia. (Con Tav. XV)	239
Dott. Andrea Manno , Arteria peronea communis, arteria peronea profunda, arteria peronea superficialis. (Con Tav. XVI—XVIII)	272
Arthur Scheunert und Walther Grimmer , Über die Funktionen des Duodenum und die funktionelle Identität der Duodenal- und der Pylorusdrüsen	335
Fr. Kopsch , Kleinere Mitteilungen zur mikroskopischen Technik	359
Dr. Hornickel , Vergleichende Untersuchungen über den histologischen Bau der Tränendrüse unserer Haussäugetiere. (Mit Tafel XIX)	361

	Seite
Theodor Gött, Die Speichelkörperchen	378
Wm. S. Marshall and C. T. Vorhies, Cytological studies on the spinning glands of <i>Platyphylax designatus</i> Walker (Phry- ganid). (Plate XX, XXI)	397
Prof. S. Citelli, Sulla frequenza e sul significato di un solco glottideo nell'uomo. (Con Tav. XXII)	421
W. Krause, Referat	443

Zur Frage der Gefässinnervation bei *Rana esculenta*.

Von

Dr. A. Leontowitsch,

Privatdozent der Physiologie und Prosektor des Physiologischen Laboratoriums
der Universität zu Kiew.

(Nach einem Vortrag mit Demonstrationen in der Kiewer Physico-Medizinischen
Gesellschaft.)

(Mit Taf. I, II.)

Unsere gegenwärtigen physiologischen Kenntnisse über die Innervation der Blutgefäße lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Das Vorhandensein gefässverengernder und gefässerweiternder Nerven.
2. Bedeutende Sensibilität der Intima der Blutgefäße.
3. Tatsachen, die eine Teilnahme der Ganglienzellen an vielen Verrichtungen der Gefäße vermuten lassen. Für eine solche Teilnahme spricht unzweideutig das Vorhandensein einer längeren, mehrere Sekunden betragenden Periode latenter Erregung bei gefässverengernden und gefässerweiternden Vorgängen.
4. Das Vorhandensein lokaler Gefässreflexe.

Im Vergleich damit sind die histologischen Tatsachen dermassen spärlich, dass es ganz unmöglich erscheint, danach das anatomische Substrat der erwähnten physiologischen Tatsachen auch nur einiger-massen befriedigend zu konstruieren. Daraus erklärt sich genügend die gangbare Ansicht über die Zahl der Gefässnerven: diese Zahl wird allgemein für so gering gehalten, dass man wohl geneigt sein kann, die oben aufgezählten Eigenschaften der Gefäße eher durch die

Funktion der Muskeln als durch die der Nerven zu erklären. Als bester Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung kann wohl folgendes angeführt werden: Im Jahre 1904 sah sich Jensen genötigt, mit einer Arbeit hervorzutreten¹⁾, die vermittels eines physiologischen Versuchs den unzweifelhaften, scharf („wie andere Konstriktoren“) ausgesprochenen Einfluss des Sympathikus auf die Hirngefäße beweist, und sich damit in Gegensatz zu den histologischen Forschern zu stellen, die keine (Kohnstein)²⁾ Nerven in der Gefäßwand gefunden haben.³⁾

Bei der Durchsicht der histologischen Literatur kann man sich jedoch leicht davon überzeugen, dass die gangbare Ansicht von der spärlichen Nervenanzahl in den Gefäßen eigentlich nur durch die Schwierigkeit der Färbung der Gefässnerven und die dadurch bedingte Unmöglichkeit, dass jedermann die Richtigkeit der beschriebenen Tatsachen selbst nachprüft, sowie durch die geringe Verbreitung der Kenntnisse dieser Tatsachen entstehen konnte.

Für die diesbezüglichen histologischen Untersuchungen ist es aber zugleich charakteristisch, dass hierbei die Frage nach der Vielförmigkeit der Gefässnerven entweder gar nicht oder doch nur in sehr unbestimmter Form aufgeworfen wird.

Die Literatur dieser Frage lässt sich zweckmässig in folgende Rubriken einteilen:

I. *Die Remakschen Netze*. Darunter verstehe ich — ebenso wie in meiner Arbeit über die Innervation der menschlichen Haut⁴⁾ — echte periphere Netze, die aus Remakschen (marklosen) Nerven bestehen. Diese Benennung ist deshalb vorzuziehen, weil sie zu keinen Missverständnissen über den Charakter der so bezeichneten Gebilde

¹⁾ *Jensen*, Über die Innervation der Hirngefäße. Arch. f. d. gesamte Physiologie. Bd. 103, H. 5/6, S. 223—224.

²⁾ *Kohnstein*, Zur Frage nach dem Vorhandensein von Nerven an den Blutgefäßen der Nervenzentren. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 55, S. 555.

³⁾ Siehe auch *Hunter*, On the presence of nerve-fibres in the cerebral vessels. Journal of physiol. vol. 26, p. 465, und *Lapinski*, Korsakowsche Zeitschrift. J. 1902 (IIer), H. 3 (russisch).

⁴⁾ Memoiren der Kaiserl. Akad. der Wiss. St. Petersburg. Bd. IX, Nr. 9, S. 29—31 und Internationale Monatsschrift f. Anatomie und Physiologie. Bd. XVIII, H. 4/6, S. 182—184.

führen kann, was von anderen Bezeichnungen, wie „marklose“ oder „blasse“, oder von der von Bethe¹⁾ vorgeschlagenen Benennung „Nervennetze“ nicht behauptet werden kann, da ja auch in den nackten Telodendrien der markhaltigen Fasern „Nervennetz“ vorhanden sind.

II. Die Telodendrien der markhaltigen Nerven.²⁾

III. Die Ganglienzellen.

I. Über die Remakschen Netze findet man in der Literatur die meisten Angaben, und diesem Umstande ist es zu verdanken, dass viele annehmen, die Gefässe werden ausschliesslich oder vorzugsweise von „sympathischen“ Fasern versorgt. Begünstigt wurde wohl diese Ansicht durch die aus der Physiologie bekannten Tatsachen über die wichtige Rolle des Sympathikus für die gefässerweiternde Wirkung. Es wurde jedoch dabei übersehen, dass auch das zerebrale Gefässbahnen, namentlich gefässerweiternde Bahnen enthält. Es muss nun gesagt werden, dass man schon in früherer Zeit — zum Teil sogar bevor man mit Gold arbeitete — eine richtige Vorstellung von diesen Nerven besass. Beale, His, Arnold, Tomsa, Kessel und einige andere Autoren gaben eine Beschreibung dieser Nerven, zu der die Gegenwart eigentlich nur sehr wenig Neues hinzufügte. Nach Arnolds Beschreibungen³⁾ ergeben die Arbeiten mit Gold, dass die Gefässe drei Netze Remakscher Nerven enthalten. Das erste Adventitialnetz („Grund-

¹⁾ Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903. S. 78—86.

²⁾ S. 41—42 meiner oben zitierten russischen und S. 197—198 der deutschen Arbeit. Dabei bitte ich folgende Errata zu beachten:

Seite	Zeile von oben	Gedruckt	Zu lesen
204	14	Fibrillen	Fibrillen und
		perifibrillärer	perifibrilläre
210	19	Fig. 21 e	Fig. 20 e
211	17	Fig. 21	Fig. 20
212	8	Fig. 19	Fig. 17 c
246	34	Fig. 34	Fig. 33
284	4	Fig. 36	Fig. 35
284	22	24	22
285	24	24 u. 35	22 u. 34
288	8	35	34
290	35	28	27

³⁾ Harnblase des Frosches. Strickers Gewebelehre. Bd. V, S. 142—143, Fig. a und b.

geflecht“) besteht aus breiten kernhaltigen Fasern, zuweilen unter Beimischung von markhaltigen Fasern. Das zweite Netz (das intermediäre Netz von His) liegt bald oberhalb, bald unterhalb, zuweilen auch innerhalb der Muskularis und besteht aus feineren Nerven mit regelmässigen Umrissen. Das dritte intramuskuläre Netz besteht aus dichten Maschen aus varikösen kernlosen Fäden, die sich teils zwischen den Zellen der glatten Muskelfasern, teils innerhalb derselben am Kern verzweigen, teils aber die Zellen durchqueren und mit knopfförmigen Verdickungen enden.

An Zahl der Nerven stehen Arnolds Zeichnungen nur wenig hinter den Zeichnungen späterer Autoren, wie z. B. denen von Retzius, Dogiel und uns (Fig. 8) zurück, es fehlt ihnen nur an Details. Kessel (Strickers Gewebelehre, S. 851) gibt gleichfalls eine brauchbare Zeichnung der Innervation eines Kapillargefässes durch ein Remaksches Netz.

Dieser Beschreibung nähert sich stark die von Gonjajew.¹⁾ Auf Grund der Goldfärbung scheidet er im Ösophagus des Frosches das Grenznetz nicht als besonderes Netz aus. Eine solche Beschreibung erlangt allmählich das Bürgerrecht, und Gscheidlen²⁾ wie auch Ranvier³⁾ betrachten sie schon wie eine festgestellte Tatsache. Das Methylenblau, das noch lange nicht sein letztes Wort gesprochen hat, hat auch hier schon vieles gegeben. So bringt Retzius⁴⁾ eine vortreffliche Zeichnung (Fig. 19) sehr eleganter Nerven von Remakschem Typus; auf dieser Zeichnung sieht man übrigens nicht jene einzelnen Netze, von denen Arnold u. a. sprechen.

Bethe⁵⁾ (Methylenblau, Fixierung durch molybdänsaures Ammonium) fand ebensolche Nerven in den Gefässen des Froschgaumens. Er ist geneigt, sie für die einzigen Gefässnerven zu halten. Er beschreibt

¹⁾ *Gonjajew*, Die Nerven des Nahrungsschlauches. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XI. 1875. S. 488, 489, 490 oben: „Immerhin werden die meisten Kapillarschlingen wenigstens eine Strecke weit von einem Nervenfaden begleitet.“ Figur 11 zeigt jedoch nur sehr wenig Nerven, man sieht nur Querzweige, die hier und da das Kapillargefäss berühren.

²⁾ Beiträge zur Lehre von dem Nervensysteme in den glatten Muskeln. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV. 1877. S. 328.

³⁾ Traité technique d'histologie. 1889. P. 682, 900.

⁴⁾ Biologische Untersuchungen. N. F. Bd. III.

⁵⁾ Arch. f. mikr. Anat. Bd. 54. Tafel XII, Nr. 7.

ein Adventitial- und ein Grenznetz, ein intermuskuläres Netz scheidet er nicht aus. Seine Zeichnung ist jedoch etwas schematisch und wird von der Retziusschen übertroffen, obgleich Bethe hier die wichtige Tatsache des Zusammenhangs dieses Netzes mit dem Netze der Submucosa, d. h. — wie man annehmen darf — mit sensiblen Gebilden dargestellt hat.

Schöne Zeichnungen Remakscher Gefässnerven gab Dogiel.¹⁾ Auch er ist geneigt, die Remakschen Nerven als ausschliesslich dem Blutresp. Lymphgefässsystem angehörend zu betrachten, wenn er sich auch sonst in bezug auf sie sehr skeptisch verhält. So bringt er Zeichnungen der von solchen Nerven umflochtenen Kapillaren und sagt dabei:²⁾ „So glaube ich, dieselben mit vollem Recht zu den Bindegewebszellen rechnen zu können“. Was übrigens diese letzteren Zeichnungen anbetrifft, so muss man sagen, dass hier die Varikosität — falls es sich hier wirklich um Nerven handelt — viel zu ähnlich der Varikosität der markhaltigen Telodendrien dargestellt ist: so etwas kommt in Wirklichkeit nicht vor.

Von den neueren Autoren haben sich Agabobow³⁾ und Kytmanow⁴⁾ mit dieser Frage beschäftigt und gute Zeichnungen geliefert. Kytmanow unterscheidet in den Lymphgefässen dieselben drei Geflechte, die Arnold in den Blutgefässen beschreibt.

Die neueste Arbeit, die diesem Thema gewidmet ist, ging aus unserem Laboratorium hervor und stammt von Lapinsky.⁵⁾ Sie beschäftigt sich hauptsächlich mit der Innervation der 3—5 mm weiten

¹⁾ Arch. f. mikr. Anat. Bd. 44. S. 24, Taf. III, Fig. 6. Die Nervenendigungen im Lidrande und die Conjunctiva palp. des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 41. Taf. XXXIII, Fig. 23. Die Nervenendigungen in der Haut der äusseren Genitalorgane.

²⁾ A. Dogiel, Von den Ganglien in den Geflechten des Darmes usw. Arch. f. Anatomie. 1899. Taf. IX, Fig. 20 A, 20 B, 20 C.

³⁾ Agabobow, Über Nervenendigungen im Ziliarkörper der Säugetiere und des Menschen. Kasan 1894 (russisch). S. seine Zeichnung 8 Taf. I. Welche Nerven auf der interessanten und schönen Zeichnung 8 Taf. II abgebildet sind, lässt sich schwer bestimmen.

⁴⁾ Anat. Anzeiger. Bd. XIX. S. 369.

⁵⁾ Zur Frage der Innervation der Gefässe der Pfote des Hundes. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 65. Lapinsky benutzte zur Fixierung meine Mischung mit sechswolframsauerem Natron. Trotz der Mängel dieses Fixierungsmittels gab doch das molybdänsaure Ammonium noch schlechtere Resultate. Auch Korsakowsche Zeitschr. 1903 (russisch)

Gefässe. In dieser schönen Arbeit, die nur durch Mängel in den Fixierungsmethoden etwas beeinträchtigt worden ist, beschreibt Lapinsky ebenfalls Nerven der genannten Art. Er unterscheidet 1. ein oberflächliches und ein tiefes Adventitialnetz und 2. ein oberflächliches und tiefes Netz der Muskularis. Diese Netze unterscheiden sich durch ihre Dichtigkeit; wie dicht das eine und das andere Netz ist, darüber kann man auf den S. 628 und 637 dieser Arbeit genaue Angaben finden. In der Muskularis enden die Nerven mit nackten interzellulären Netzen. Die dickeren Nerven zeichnen sich durch originellen, vielfaserigen Bau aus und besitzen Kerne (Fig. 3 und 4). In dem Netze findet man auch markhaltige Fasern (Fig. 8).

II. *Die Telodendrien der markhaltigen Nerven* („klassische“ Telodendrien). Diese Frage kann nur nach Bekanntwerden des Golgischen Verfahrens und der Methylenblaufärbung gestellt werden.

Die — soweit mir bekannt ist — erste Beschreibung derartiger Endigungen (Methylenblau—Ammonium picronitricum) stammt von Retzius.¹⁾ Hier sieht man, wie die markhaltige Faser Telodendrien abgibt, die sogar auch da längs der Muskelzellen verlaufen, wo die Zellen einzeln liegen und wo die Faser demnach wohl motorischer Natur ist.

Das Golgische Verfahren bringt keine Einzelheiten innerhalb des Nerven zum Vorschein, es lässt sich darum in betreff der schönen Zeichnungen der XXI. Tafel der erwähnten Arbeit streiten, ob sie nicht Telodendrien meines Typus III darstellen. Dogiel²⁾ spricht von ebensolchen Nerven in den Gefässen der Sympathikusganglien und gibt in seiner Abhandlung „Die sensiblen Nervenendigungen im Herzen und in den Blutgefässen der Säugetiere“³⁾ eine Reihe ausgezeichnete Abbildungen dieser Nerven. Einen Teil derselben fand er — als dichte Telodendrien — in der Intima der Gefässe, einen anderen Teil in der Adventitia. Zur Untersuchung gelangten grössere Gefässe, an denen die drei Hhäute deutlich zu unterscheiden waren. Dasselbe bestätigte

¹⁾ Biologische Untersuchungen N. F. Die Mundschleimhaut des Frosches. Fig. 8, Taf. XIX und vielleicht auch Fig. 5.

²⁾ Dogiel, Histologische Untersuchungen. S. 17. Memoiren der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. 1897. V.

³⁾ Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 52.

Schemetkin für viele andere Gefässe. Die Endigungen sind in grosser Anzahl vorhanden, immerhin bedecken sie nicht die Gefässwand ununterbrochen, sondern sind einzeln zu unterscheiden.

Gebilde, die zweifellos zum selben Typus gehören, sind von Rachmanow¹⁾ in grossen Gefässen der Warmblüter beschrieben. Er nimmt an, dass sie sich in den Bindegewebsscheiden der Muskularis verzweigen und demnach als sensible Endigungen anzusehen sind. Ebensolche Endigungen sind in der ausgezeichneten Arbeit von Kytmanow²⁾ in den Lymphgefässen, und zwar in der Adventitia beschrieben worden (Taf. V, Fig. 4).

Nach dem Charakter der Varikosität der Fig. 11, Taf. VIII („Subendothelialgeflecht“) zu urteilen, stellen wohl die Fig. 7 und 8 ebensolche Endigungen an den Muskelzellen des Ductus thoracicus, die Fig. 6 dasselbe im Bindegewebe der Adventitia dar. Eine ebensolche Endigung ist bei Lapinsky³⁾ in der Adventitia der Gefässe des Hundes beschrieben.

III. *Die Ganglienzellen der Blutgefässe.* Die Literatur dieses Gebietes ist recht ärmlich. Das Vorhandensein dieser Zellen in Form kompakter Knoten an den grösseren Gefässen war schon vor der Goldfärbung von vielen Forschern anerkannt (Lister, Lehmann, Ordonnet, Robinet, Zimpert). Trotzdem ihre Befunde richtig waren, können ihre Zeichnungen heutzutage jedoch kaum befriedigen. Danach haben aber die Autoren, die mit Gold arbeiteten, nur sehr wenig Neues in dieser Frage geliefert. So nennt Bremer⁴⁾ das, was er auf Fig. 7 aufgezeichnet hat, Ganglienzelle, obgleich es sich dort zweifellos um nichts anderes, als um eine Gruppe Remakscher Kerne entweder in einem Remakschen Netze oder in einem Remakschen Telodendrium Typus III handelt.⁵⁾

Im Jahre 1892 wurde diese Frage von Jegorow⁶⁾ erörtert. Er

¹⁾ *Rachmanow*, Zur Frage der Nervenendigungen in den Gefässen. *Anatom. Anzeiger*. Bd. XIX. 1901. S. 557 und 558 (Fig. 13).

²⁾ *Anatomischer Anzeiger*. Bd. XIX, S. 369.

³⁾ *Lapinsky*, Zur Frage der Innervation der Gefässe in der Pfote des Hundes. *Korsakowsche Zeitschr.* 1903 (russ.). Fig. IX. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 65, Fig. IX.

⁴⁾ Die Nerven der Kapillaren usw. *Arch. f. mikroskop. Anat.* Bd. XXI. 1882.

⁵⁾ Meine oben zitierte Arbeit. S. 199—200 der deutschen Ausgabe.

⁶⁾ Du Bois-Raymonds *Arch. f. Physiol.* 1892. Suppl.-Bd. S. 77 ff. Zur Lehre von der Innervation der Blutgefässe.

findet jedoch Ganglienzellen nur an grösseren Gefässen (Aorta abdomin., Art. mesenterica des Frosches), und zwar liegen sie hier, zu Knoten versammelt, in der tiefen Schicht der Adventitia und der Muskularis (Bearbeitung durch Osmiumsäure). Im Jahre 1898 fand Dogiel¹⁾ in den Gefässen des Herzens der Warmblüter „nicht selten einzelne sympathische Zellen in den feinen Nervenstämmchen, die sich in der äusseren Hülle kleiner Arterien befinden“. Sie geben Ästchen an die feinsten varikösen Fädchen ab, die die Muskelzellen der Muskularis der Arterien umflechten. Leider hat sie Dogiel nicht abgebildet. Sie gehören zu seinem zweiten Ganglienzellentypus und wurden von Dogiel auch in der Adventitia des Aortabogens gefunden.

Eine Abbildung dieser Ganglienzellen an den kleineren Gefässen aus neuerer Zeit stammt von Agabobow²⁾, der diese Zellen zweimal an kleinen, öfter aber an grösseren Gefässen beobachtet hat. Wie aber aus beiden folgenden Auszügen aus seiner Abhandlung ersichtlich ist, hält er die Ganglienzellen durchaus nicht für notwendige Bestandteile der Innervation der Gefässe. „Die Vasomotoren (des Ziliarkörpers) — sagt er³⁾ — bestehen meist aus marklosen Nerven, die in ihrem Verlauf und an den Teilungsstellen mit Kernen versehen sind. Die Vasomotoren stehen in Zusammenhang mit Ganglienzellen, die sich längs des Gefässes und an Teilungsstellen desselben befinden . . .“ „Die Vasomotoren der Gefässe der Ziliarfortsätze bestehen hauptsächlich aus marklosen Nerven, die stellenweise mit Kernen versehen sind, jedoch keine Ganglienzellen besitzen.“

Die hierauf bezüglichen bekannten Tatsachen sind demnach sehr spärlich, und wohl die am meisten verbreitete Ansicht über diese Frage äusserte Barbieri⁴⁾, als er sagte: „Toutes les artères sont complètement dépourvues de ganglions et de cellules ganglionnaires.“

In dieser Arbeit will ich nun einige der von mir gesammelten Tatsachen über die Innervation feiner Arterien — bis 0,1 mm

¹⁾ Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 52, S. 62 und Bd. 53, S. 276.

²⁾ Agabobow, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 63. Über die Nerven der Sclera. Taf. 23, Fig. 6 und 7 (namentlich die letztere gehört zweifellos hierher).

³⁾ Agabobow, Über Nervenendigungen im Ziliarkörper der Säugetiere und des Menschen. Kasan (russisch).

⁴⁾ Comptes rendus de la Société de Biologie. 1897. P. 224.

Weite — und Kapillaren der Mundschleimhaut der *Rana esculenta* beschreiben.

Die Beschreibung dessen, was ich an den Gefässen zum Vorschein brachte, kann in drei Teile eingeteilt werden:

- I. Die Remakschen Netze,
- II. Die Ganglienzellen,
- III. Die Verzweigungen der markhaltigen Nerven.

I. Die Remakschen Netze.

Es scheinen zwei Arten der Remakschen Nerven vorzukommen. Ich will sie A und B nennen.

A. Typische Remaksche Netze entsprechen vollständig den alten Beschreibungen von Arnold und anderen Autoren. Fig. 8 kann als Illustration dazu dienen. Hier sehen wir das Adventitial- und das intermediäre Nervenetz. Beide sind echte — keineswegs nur scheinbare — kernhaltige Netze, die eine fibrilläre Struktur besitzen und varikös sind. Als charakteristische Eigentümlichkeit der Knotenpunkte dieser Netze ist es anzusehen, dass die Fibrillen darin in allen denkbaren Richtungen verlaufen. Gibt man diese Eigentümlichkeit beim Zeichnen nicht wieder, so wird die Zeichnung sehr unähnlich. Die Netze sind varikös, diese Varikosität besitzt jedoch wenig Ähnlichkeit mit jener Plattenvarikosität, die bestimmten Telodendrien meines Typus I eigentümlich ist: hier hängt sie meist von der körnigen Substanz ab, die zwischen den primären Fibrillen gelegen ist. Die Kerne besitzen unregelmässige Form; zuweilen bilden Konglomerate dieser Kerne rundliche Figuren. Das Adventitialnetz ist ärmer an Nerven, als das intermediäre Netz, die Nerven sind dort dicker, die Fibrillen in grösserer Anzahl vorhanden und mehr ausgeprägt, die Plasmakörner aber minder. Das Netz selbst ist weniger dicht und anastomosiert an vielen Stellen mit dem intermediären Netz. Mit dem das Gefäss umgebenden diffusen Remakschen Netze der Schleimhaut anastomosiert jedoch das Adventitialnetz nur an wenigen Stellen. Ebenso ist ein Zusammenhang dieses Netzes mit den das Gefäss umgebenden markhaltigen Nervenfasern schwer festzustellen. Das Adventitialnetz zieht

gleich einer Hülle längs des Gefässes von den grösseren¹⁾ Ästen zu den kleineren und bildet die Innervation des Gefässes, deren Zugehörigkeit zum Gefässe scharf ausgesprochen ist. In dieser Beziehung bietet es eine vollständige merkwürdige Analogie mit der Vorstellung, die in den Lehrbüchern der makroskopischen Anatomie von dem Verlauf der „sympathischen“ perivaskulären Nervengeflechte (mit dem selbstverständlichen Unterschiede in der Grösse) gegeben wird. Von dem intermediären Netze gehen Ästchen ab, die sich zwischen den Muskelfasern der Muskularis verzweigen.

Nicht alle Arterien besitzen eine so typische Innervation. An einigen Arterien, die sogar von derselben Grösse sein können, finden wir keine so scharfe Abgrenzung der Netze, wie wir sie geschildert haben, und da ist es ganz unmöglich zu bestimmen, was von der Innervation zu dem einen und was zu dem anderen Netze gehört. — Die Maschen der Netze sind bald langgezogen und gewinnen dadurch eine regelmässige Rautenform, bald bieten sie ein so ungezwungenes Aussehen wie auf der Fig. 8. Diese Verschiedenheiten hängen jedoch nur von dem Grade und von der Art der Kontraktion der Gefässwandmuskeln ab, in der sie vom Fixierungsprozess betroffen worden sind. Ich hatte diverse Male Gelegenheit, eine zweifellose Verwandlung eines Abschnittes mit rautenförmigen Nerven in einen solchen mit unregelmässigem Verlauf zu beobachten.

Eine besondere Eigentümlichkeit bieten die Nerven der kleinsten Arterien und der Kapillaren. Hier (Fig. 1) steht das perivaskuläre Netz in engem Zusammenhang mit jenem diffusen Remakschen Netz, das alle Schichten der Schleimhaut durchdringt. In diesem diffusen Netze ist sehr oft ein Zusammenhang mit Nervenstämmchen zu konstatieren, leider ist es aber sehr schwer, sich davon zu überzeugen, ob diese Nerven in markhaltige Fasern übergehen, oder ob sie — was wohl das Wahrscheinlichere ist — mit anderen, vielleicht Remakschen Nerven zusammenhängen, die ebenfalls einen Bestandteil des Nervenstämmchens bilden, sich aber ungemein schwer färben und fixieren lassen. Die Beschreibung der Fig. 1 macht wohl weitere diesbezügliche Ergänzungen überflüssig. Die Kapillaren sind auch mit derartigen Nerven versehen,

¹⁾ In den grösseren Gefässen besitzt es einen etwas anderen Bau.

und in dieser Beziehung bleibt zu der Bremerschen Arbeit nichts hinzuzufügen. Die Nerven der Kapillaren sind ebenfalls mit Nervenstämmchen und mit dem diffusen Netz der Schleimhaut verbunden und lassen sich leicht bis zu den auf Seite 9 (siehe Fig. 8) erwähnten eigenen perivaskulären Netzen verfolgen.

Fig. 2 illustriert diese Nerven besser, als das irgend eine Beschreibung machen kann. Fig. 3 zeigt bei stärkerer Vergrößerung einen Teil des Netzes, der eine Ganglienzelle enthält. Hier sieht man auch die Primitivfibrillen.

B. In anderen Fällen erhält man zwar eine Remaksche Innervation, die auch im Zusammenhange mit dem Zwischennetze steht, diese Innervation ist aber so eigenartig, dass man nicht umhin kann, sie als ein eigenartiges System von Nerven zu betrachten. Fig. 4 bietet uns ein Beispiel eines solchen Netzes. Es wird durch eine grosse Menge Verzweigungen bei geringerer Anzahl von Kernen charakterisiert, d. h. es kommt ein Kern auf eine grössere Anzahl von Nerven. Diese Zeichnung durch eine vollständigere Färbung als auf Fig. 8 zu erklären, geht wohl nicht an, da man auf dem Präparate die Elemente, die z. B. dem intermediären Netze der Fig. 8 entsprechen würden, nicht finden kann. Man muss daher annehmen, dass es sich hier um die Nerven B. handelt.

Am Schlusse dieses Teils der Arbeit müssen wir die Momente hervorheben, die ganz unzweifelhaft beweisen, dass es sich bei dem auf Fig. 8, 4, 1 und 2 Abgebildeten um Nerven handelt. Das scheint mir hauptsächlich deshalb notwendig, weil mir in dieser Beziehung schon Einwände in betreff ebensolcher Nerven, und zwar seitens eines solchen Fachkenners wie A. Dogiel, gemacht worden sind. So schreibt dessen Schüler Tretjakow¹⁾ bei der Beschreibung der Nerven der Haarwurzel folgendes: „Es versteht sich von selbst, dass diese (Nerven-) Fäden nichts gemein haben mit den marklosen Nerven auf den einfachen Haaren, wie sie Leontowitsch beschrieben hat, der einfache Bindegewebszellen für Remaksche Fasern oder für kernhaltige Nervenendigungen hält.“ Dogiel selbst äussert sich noch schärfer und ver-

¹⁾ Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. LXXX, S. 639. Zur Frage der Nerven der Haut.

nichtender. Er sagt:¹⁾ „Auf die unlängst erschienene Arbeit von Leontowitsch gehe ich hier nicht weiter ein, da in derselben der Autor sich bloss bemüht, die von früheren Forschern erhaltenen Befunde zu kontrollieren; die von dem Autor gemachten Korrekturen und Ergänzungen entsprechen dermassen wenig dem Tatsächlichen, dass ich es für überflüssig halte, dieselben hier anzuführen und hinsichtlich derselben die sich dafür interessierenden Leser auf das Original verweise.“

Obgleich Dogiel in der erwähnten Arbeit nichts von den Remakschen Nerven der Haut sagt, so ist doch aus der zitierten Äusserung sein Verhalten zu dem, was ich unter diesem Namen beschreibe, klar, da das Prägnanteste meiner Arbeit über die Nerven der menschlichen Haut gerade die ausführliche Beschreibung dieser Nerven an verschiedenen Stellen der Haut ausmacht. Die Erörterung dieser Äusserung gehört durchaus hierher, da sie sich darauf bezieht, was ich hier beschreibe: hier spreche ich von denselben Nerven, die in jener Arbeit beschrieben sind.

Zur Lösung der Frage nach dem nervösen oder nicht nervösen Charakter dieser oder jener Gebilde sind folgende Merkmale massgebend:

1. Eine charakteristische spezifische Eigentümlichkeit der Nerven sind die Primitivfibrillen. Diese Fibrillen habe ich sehr häufig intensiv gefärbt gesehen. Das Präparat der Fig. 3, die einen Teil der Fig. 2 wiedergibt (s. Beschreibung), lässt darüber keinen Zweifel übrig, dass es sich nur um Primitivfibrillen handelt. Gegen die unwahrscheinliche Vermutung, dass wir es mit Bindegewebsfibrillen zu tun haben, spricht der Umstand, dass sie weder in Alkalien, noch in Säuren quellen; den Gedanken, dass es sich um elastische Fasern handelt, erübrigt sich wohl — des allgemeinen Aussehens dieser Gebilde wegen zu erörtern. Fibrillen, die so differenziert sind, wie auf Fig. 3, habe ich sehr viele gesehen. Ihrer Lage, Anzahl, Dicke usw. nach können sie grosse Verschiedenheiten aufweisen, viel grössere, als man nach den Abbildungen von Bethe²⁾ annehmen kann, ich habe deshalb auch nicht die Absicht, in dieser Arbeit diese komplizierte Frage zu berühren.

¹⁾ *A. Dogiel*, Die terminalen Nervenapparate in der Haut des Menschen. Memoiren der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften. Bd. XIV, Nr. 8, S. 3 (russisch). Auch Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 73.

²⁾ *Bethe*, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. S. 85 und 97.

Hier brauche ich diese Fibrillen nur als Beweis der nervösen Natur dieser Gebilde.

2. Diese Netze enthalten Ganglienzellen, von denen noch später die Rede sein wird.

3. Die Kerne dieser Netze lassen sich unter gewissen Bedingungen bei meinen Fixierungsmitteln — gleich den Kernen der Schwannschen Scheide — durch Boraxkarmin scharf und elektiv färben, während die Kerne der Bindegewebs- und Muskelzellen ungefärbt bleiben.

4. Der unzweifelhafte Zusammenhang mit den markhaltigen Nerven, der von Bethe und mir für das diffuse Remaksche Netz der Schleimhaut festgestellt worden ist; für das Adventitialnetz gelang mir die Feststellung dieses Zusammenhangs beim Frosche nicht; nach dem Gesagten erscheint das aber kaum von besonderer Wichtigkeit: ist doch die Möglichkeit ihres Zusammenhanges mit Remakschen Fasern in Nervenstämmchen nicht ausgeschlossen, diese Fasern lassen sich aber — wovon man sich leicht z. B. am Sympathikus überzeugen kann — ungemein schwer färben. Das Fehlen eines sichtbaren Zusammenhangs mit einem markhaltigen Nerven ist darum noch kein Beweis für die Bindegewebenatur dieser Gebilde.

Der erste und zweite Beweis ist eigentlich schon in meiner zitierten Arbeit enthalten¹⁾, wenn auch die damaligen Bearbeitungsmethoden keine so exakte Feststellung dieser Tatsachen erlaubten, wie sie jetzt möglich ist. Nach dem Angeführten ist es also klar, dass der verehrte Forscher sich in seinen Äusserungen geirrt hat und dass die Gebilde, die ich in meiner früheren sowie in der vorliegenden Arbeit beschreibe, tatsächlich Nerven sind. Diese Nerven sind wirklich eigenartig. Das kann aber am besten den Schaden illustrieren, den das Bestreben, das ganze Nervensystem in das Neuronenschema hineinzudrängen, mit sich bringt. Das, was nicht hineinpasst, wird sogar von einem solchen Meister der Methylenblaufärbung, wie A. Dogiel, geleugnet. Überhaupt ist aber die Verwechslung eines Nerven mit einem Bindegewebsgebilde ganz unmöglich: so verschieden ist die Struktur des Nerven bei Immersion. *Eher kann man einen Nerven für Bindegewebe halten, als umgekehrt.* Vielleicht könnte man noch von einer

¹⁾ S. 31 der russischen und S. 184 der deutschen Ausgabe.

Verwechslung mit glatten Muskelfasern reden, aber auch hier entscheidet leicht die fibrilläre Struktur und die gröberen Körner.

Die Nerven der naheliegenden kleinen Arterien stehen nicht nur mit dem diffusen Netze der Schleimhaut, sondern auch miteinander mit Hilfe der Remakschen Fasern in Zusammenhang, denen wohl eine Koordinationsfunktion zukommt.

II. Die Ganglienzellen.

Bethe schreibt in seiner ausgezeichneten Arbeit den Remakschen „Zellen“ die Bedeutung von Ganglienzellen zu.¹⁾ Ich arbeitete an demselben Objekt wie er und muss diese Meinung als unrichtig bezeichnen: neben den beschriebenen Netzen Remakscher Zellen besitzen die Gefässe eine grosse Menge echter Ganglienzellen. Wie man das am nicht fixierten Material sehen kann, enthalten diese Zellen und zwar auch die kleinsten — entgegen der Betheschen Ansicht²⁾ — Körnchen, die morphologisch den Nisslschen Körperchen vollständig ähnlich sind. Bei der Fixierung verschwinden sie meistens. Allerdings muss gesagt werden, dass diese Ganglienzellen höchst eigenartig sind, viele derselben passen — was einige Merkmale anbetrifft — gar nicht zu den von Dogiel³⁾ beschriebenen Typen. In anbetracht der Kompliziertheit der Fragen beabsichtige ich eine ausführliche Beschreibung und Abbildung dieser Nerven in einer besonderen Arbeit zu geben, hier beschränke ich mich auf wenige Abbildungen und Bemerkungen.

Diese Zellen befinden sich sowohl längs der Nervenstämmchen, als auch an Gefässwänden und in der Umgebung der letzteren. Nicht nur die Nerven der feinsten Gefässe, sondern auch die Kapillaren sind damit versehen. Längs der Nervenstämmchen liegen die Ganglienzellen an jeder Verzweigungsstelle. Hier liegen sie bald in grösseren (zu je 8—10), bald in kleineren Gruppen, bald einzeln, je nach der Grösse der Verzweigungen. Aber auch ausserhalb der Verzweigungsstellen findet man diese Zellen nicht selten.

Was die Verschiedenheit der Form anbetrifft, so kann man folgende Varietäten unterscheiden:

¹⁾ Allg. Anatomie und Physiologie des Nervensystems. S. 78.

²⁾ Ibid. S. 91 unten.

³⁾ A. Dogiel, Arch. f. Anat. 1899. S. 130.

1. Die meisten gehören zu jenen nackten varikösen feinen Nervchen, die in jedem Nerven vorkommen. Solche Nerven sind z. B. von Lapinsky¹⁾ beschrieben. Diese Zellen sind es wohl, die von Dogiel²⁾ im Vorhof der Katze beschrieben sind. Sogar die kleinsten, die Grösse eines Blutkörperchens kaum übersteigenden Zellen, die längs den Nerven liegen, besitzen das den Ganglienzellen eigentümliche gelbe Pigment.

2. Recht zahlreich sind auch die auf Fig. 2 (A), 3 (a) und 6 (A) abgebildeten Zellen. Auf der Fig. 2 sehen wir die Innervation der Kapillaren, auf der Fig. 6 eine sich der Kapillare nähernde Arterie mit einem Grenznetze, wie auf Fig. 8, nur dass es hier kein scharfes Adventitialnetz gibt und der Nerv von einer kleinen Ganglienzelle abgeht.

3. In den Remakschen Netzen finden wir wohl die eigenartigsten Formen der Ganglienzellen, wie die auf Fig. 7 abgebildeten.

III. Die markhaltigen Nerven.

Hier sind meine Beobachtungen weniger zahlreich, als bei den oben beschriebenen Formen. Trotzdem aber fanden sich auch hier viel mehr Nerven, als man erwarten konnte. Fig. 5 zeigt solche Verästelungen. Es muss nur gesagt werden, dass die Zahl der Verästelungen gewöhnlich grösser ist, als das hier abgebildet ist. Wie man bei stärkerer Vergrösserung sieht, handelt es sich hier um plattenvariköse Verästelungen.

Verschieden von dem dort Abgebildeten ist die Verästelung oder das terminale Netz der Fig. 9, die zum Teil dem Remakschen Netze der Fig. 8 ähnelt, sich davon aber nicht nur durch den Zusammenhang mit dem markhaltigen Nerven, sondern auch durch den Charakter der Verästelungen und der Maschen unterscheidet: ihre Remakschen „Zellen“ sind minder fibrillär. Die Frage der Identität oder Nicht-identität dessen, was auf den Fig. 8 und 9, 4 und 5 abgebildet ist, eine Frage, die sich bei Betrachtung der Präparate und der Abbildungen aufdrängt, ist durch das Betrachten der Präparate nur schwer zu lösen. Dazu gehören Versuche — Durchschneidungen der Nerven, was nicht zur Aufgabe dieser Arbeit gehört.

¹⁾ *Lapinsky*, Über Degeneration und Regeneration der Nerven. „Fragen der Neuro-psychischen Medizin“ (russisch). Kiew 1904. Fig. 1.

²⁾ *Dogiel*, Zur Frage über den feineren Bau der Herzganglien des Menschen usw. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 53, Taf. XII, Fig. 10.

In der vorliegenden Arbeit spreche ich nicht von den Varietäten der Nerven, die in meiner oben zitierten Arbeit beschrieben sind (S. 29—50 der russischen und S. 182—220 der deutschen Arbeit). Das geschieht aber nicht etwa deshalb, weil ich von dem, was ich dort schrieb, zurückgekommen wäre. Ich beharre im Gegenteil mehr denn je auf dem Gesagten. Jedoch ist meine jetzige Methode, wenn sie auch richtige Resultate liefert, noch nicht ganz fertig, ich habe darum hier absichtlich manches nicht beachtet. (Die Präparate sind teils mit phosphorluteowolfram-, teils mit phosphorluteomolybdänsaurem Kali fixiert.) Dass diejenigen, welche sich nach meiner Arbeit mit dieser Frage beschäftigt haben, die Einzelheiten, von denen ich dort schreibe, nicht gesehen haben, ist ganz natürlich. Das konnte auch nicht anders sein: die Fixierungsmethode nach Bethe gibt eben diese Details nicht wieder.

Schlussfolgerungen.

1. *Die Zahl der Nerven in den feinen Gefässen ist sehr gross; vom Standpunkte der üblichen Ansicht über ihre Menge gibt es einen sehr grossen, sozusagen unnötigen Überfluss daran.*

2. *Hier wird hauptsächlich die Versorgung der Gefässe mit Remakschen Netzen beschrieben; davon gibt es zwei Arten (A und B). Sie stehen mit dem mittleren diffusen Netz der Schleimhaut und mit Nervenstämmchen in Zusammenhang.*

3. *Diese Netze sind mit einer grossen Anzahl sehr eigenartiger Ganglienzellen versehen, die von den „Remakschen“ Kernen der Netze sehr verschieden sind und mit ihnen nicht identifiziert werden dürfen.*

4. *Die nervöse Natur der Remakschen Netze wird durch das auf den Seiten 12 und 13 Gesagte bewiesen.*

5. *Die markhaltigen Nerven geben ebenfalls in den Gefässen Verästelungen.*

6. *Die Dichtigkeit der Innervationen bringt es mit sich, dass viele Fragen nur durch die Degenerationsmethode gelöst werden können.*

Bei der Durchsicht der Abbildungen wird der Leser gebeten, besonders auf die Grösse der abgebildeten Präparate zu achten.

Erklärung der Zeichnungen auf Tafel I, II.

Die Figuren 5 und 6 sind bei Reichert-Semi-Apochr. 2,5, Comp. Oc. 4 gezeichnet, Fig. 6 aber bei der Reproduktion auf $\frac{2}{3}$ verkleinert worden. Die anderen Figuren sind mit Zeiss-Apochrom. 8,0, Comp. Oc. 4 gezeichnet, doch sind nur die Fig. 3, 4, 5 in natürlicher Grösse reproduziert. Die Fig. 1 und 2 sind auf $\frac{1}{2}$, Fig. 7, 8, 9 auf $\frac{2}{3}$ der Originale bei der Reproduktion verkleinert. Alle Figuren sind mittelst des Abbéschen Apparates gewonnen. Die Präparate, nach denen die Fig. 1, 2, 4, 8, 9, gezeichnet worden sind, sind mit Methylenblau + Thiopyronin + x, die Präparate, denen die Fig. 3, 5, 6, 7 entsprechen, mit Methylenblau + Thiopyronin + x + y gefärbt.

Fig. 1. *A* = Vene, *B* = Arterie, *C* = Nervenstämmchen. Arterien Durchmesser = 0,03 mm. Länge des abgebildeten Gefässabschnittes = 0,7 mm. Verbindung des perivaskulären Remakschen Netzes mit dem die ganze Schleimhaut des harten Gaumens durchquerenden diffusen Remakschen Netze. Die Kerne des Netzes sind violett gefärbt. Die Remakschen Fasern des Netzes stehen auch mit dem Nervenstämmchen in Verbindung; ob es sich um eine Verbindung mit markhaltigen oder anderen Nerven handelt, ist schwer zu entscheiden.

Fig. 2. 0,7 mm langer Abschnitt. Innervation der Kapillaren durch ein Remaksches Netz, Typus A. Ihre Wände sind von feinen Remakschen Zellen umflochten. Bei *A* eine Ganglienzelle mit dem charakteristischen runden Kerne, bei *B* und an vielen anderen Stellen Kerne Remakscher Zellen. Ausserhalb des Gesichtsfeldes sieht man am Präparat auf einer langen Strecke den Übergang dieses Netzes in ein ebensolches Netz der Kapillaren einer kleinen Arterie und einer Vene.

Fig. 3. Ganglienzelle *A* der Fig. 4 bei Immersion, *a* = Kern der Ganglienzelle, *b* = Kerne des „Remakschen“ Netzes. In der Ganglienzelle sieht man positiv und negativ gefärbte Nisslsche Körperchen. Den Zellkörper passieren dicke (*c*) und feine Primitivfibrillen.

Fig. 4. Ca. 0,04 mm dicke Arterie. Länge des abgebildeten Abschnittes = 0,5 mm. Remaksche Nerven Typus B, die von dem diffusen Remakschen Netze der Schleimhaut (*A*) herrühren, bilden um die Muskularis und innerhalb derselben ein Geflecht; *a* = Remaksche Kerne des Netzes. Bei *B* sieht man zirkuläre Fasern und ebenda in der Muskularis quer zur Achse des Gefässes liegende Remaksche Kerne (*b*). Bei *C* wendet sich das Gefäss nach unten. — Am Präparat sieht man ein ähnliches Bild auf einer 5 mm langen Strecke.

- Fig. 5. Kleine 0,05 mm dicke Arterie. Verästelungen markhaltiger Stämmchen (*a*) an und innerhalb der Muskularis. Länge des abgebildeten Abschnittes = 0,6 mm. *a* = Ranviersche Schnürring der markhaltigen Nerven. Dieses Bild lässt sich am Präparat auf einer 8 mm langen Strecke verfolgen.
- Fig. 6. Eine kleine 0,014 mm dicke Arterie Innervation durch Remaksche Netze Typus A. Das Präparat ist auch mit Borax-Karmin gefärbt, die Kerne der Gefässwand sind aber nicht abgebildet, um das Bild nicht zu komplizieren; abgebildet sind nur die Kerne, die in unzweifelhafter Beziehung zu den Nerven stehen. *A* eine kleine 3 μ breite und 10 μ lange Ganglienzelle mit einem runden Kern, dessen Durchmesser 3 μ beträgt. Bei *B* geht das Nervchen an ein Stämmchen, das den markhaltigen Nerven enthält, der wiederum in das Stämmchen *D* übergeht, wenn es auch nicht festzustellen gelingt, mit welchem Nerven des Stämmchens eine Verbindung stattfindet. Länge des Kerns *C* 5 μ , Breite 2,5 μ ; *E* = Grenznerfennetz.
- Fig. 7. Semi-Apochr. 2,5. Comp. Oc. 4. Kleine 36 μ lange (von *a* bis *b*) Ganglienzelle des Remakschen diffusen Netzes. Der Durchmesser des fast runden Kerns beträgt 15 μ ; *d* und *d*₁ = Remaksche Kerne; die grösste Breite des Kerns *d'* beträgt 4,2 μ , die grösste Länge 18,5 μ . Nisslsche Körperchen sind am Präparate nicht zu sehen.
- Fig. 8. Innervation eines 0,7 mm langen Abschnittes einer 0,06 mm dicken Arterie mit Remakschen Nerven, Typus A. Man sieht 1. das Adventitialnetz (*a*) aus vorwiegend, dicken kernhaltigen Remakschen Fasern, 2. das Grenznetz (*c*) an der Grenze der m. muscularis, das ebenfalls Kerne, wenn auch in geringerer Anzahl enthält (die Muskularis ist mit Bleistift bezeichnet). An vielen Stellen sieht man Verbindungen zwischen den beiden Netzen. Die Kerne sind mit Borax-Karmin gefärbt. Auf der Zeichnung sieht man nur die Kerne der Nerven. Bei *b* bilden die Plasma-Kerne längliche Konglomerate. Am Präparate sieht man dieses Bild in einer Ausdehnung von 10 mm.
- Fig. 9. Ob. Apochr. 8. Comp. Oc. 4. Mit Borax-Karmin nachgefärbt. Aus der Menge roter Kerne sind nur die abgebildet, welche in zweifelloser Beziehung zu Nerven stehen. Die Arterie ist 0,04 mm dick. — Ähnliche Innervation lässt sich in einer Ausdehnung von 5 mm nach allen Richtungen verfolgen.



Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen.

Von

Bernhard Rawitz.

(Mit Tafel III.)

V. Über den feineren Bau der Haare von *Megaptera boops* Fabr. und *Phocaena communis* Cuv.¹⁾

Unsere bisherige Kenntnis von den Haaren der Cetaceen beschränkt sich im wesentlichen auf Angaben über deren Vorkommen bei den einzelnen Gattungen und Spezies sowie auf gelegentliche aphoristische Bemerkungen über ihre Einpflanzung in die Haut und ihren gröberen Bau. Hinsichtlich der ersteren sei auf die Arbeiten von Eschricht [3]²⁾ und Kükenthal [4] verwiesen, hinsichtlich der letzteren sind Weber [9, 10] sowie wiederum Kükenthal [4] zu nennen. Weber gibt an, dass das rudimentäre Haarkleid der Cetaceen aus solchen Haaren bestehe, die, wie die Spürhaare der Landsäuger, als echte schwellkörperhaltige Haare, sogenannte Sinushaare, zu betrachten seien [9, S. 40; 10, S. 552/3]. Er sieht darin eine Bestätigung der Regel, „dass, wenn Haare verschwinden, die um die Mundgegend: die Spürhaare, es zuletzt tun, wie sie denn auch am ersten entstanden sind“ (ll. cc.).

¹⁾ Diese Arbeit wurde in dem der Leitung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Munk unterstellten physiologischen Institute der hiesigen tierärztlichen Hochschule ausgeführt.

²⁾ Die Zahlen hinter den Autorennamen weisen auf das am Schlusse folgende Literaturverzeichnis hin.

Auch Eschricht (l. c. S. 75) hatte bereits den Schnurrbart der Säuger als den frühesten und konstantesten Teil des Haarwuchses betrachtet. Weber gibt gleichzeitig in Fig. 6, Taf. I [9] und Fig. 410 [10] eine schematische Abbildung des Haares eines Fötus von *Balaenoptera rostrata*, welche namentlich die Blutsinus zwischen äusserer und innerer Balglage illustriert. Vom Haare des Fötus von *Phocaena communis* sagt derselbe Forscher [9, S. 41], dass es einen rudimentäreren Eindruck mache als die Föthalhaare von *Balaenoptera rostrata*, obgleich auch sie zu den schwelkörperhaltigen Haaren gehören. Kükenthal [4], der die Haare der Föten von verschiedenen Cetaceen beschreibt, erklärt in seiner „vergleichenden Zusammenfassung“ (l. c. S. 75), dass der feinere Bau der fötalen Schnauzenhaare zeige, „dass wir es mit hochentwickelten Haaren mit deutlicher Haarpapille und einem zwischen äusserer und innerer Haarbalgage befindlichen Blutsinus zu tun haben, nur das Fehlen von Talgdrüsen, von Nerven und Muskeln deutet das Rudimentärwerden dieser Gebilde an“. Die interessanten Angaben Kükenthals [5] über die Haare der Sirenen haben für uns bei den geringen Verwandtschaftsbeziehungen dieser Tiergruppe zu den echten Cetaceen nur wenig Bedeutung, zumal feinere histologische Einzelheiten nicht mitgeteilt werden.

So fehlen eingehendere Analysen des Baues der Cetaceenhaare bisher gänzlich, und daher dürften die folgenden Mitteilungen geeignet sein, diese nicht unerhebliche Lücke einigermaßen auszufüllen

Zum Studium der Haare an ausgewachsenen Exemplaren von *Megaptera boops*, hinsichtlich deren Verteilung ich auf die Arbeiten von Eschricht [3], Sars [8], Braun [2] und von mir [7] verweise, habe ich ausschliesslich die auf dem Kopfe dieser Spezies stehenden Knollen benutzt. (Föten standen mir nicht zur Verfügung.)

Die Haare sind weisslich, dick und überragen meistens nur wenig das Niveau der Haut. Letzteres dürfte eine artifizielle Erscheinung

sein, da die Haare sehr spröde sind und daher leicht bei den verschiedenen Manipulationen, welche die Konservierung erfordert, abbrechen können. In den Knollen, welche auf ihrem Gipfel schräg nach vorn abgedacht sind, treten die Haare, von denen, wie bekannt, gewöhnlich nur eins, seltener zwei zugleich in einer Knolle vorkommen, meist im Zentrum heraus. Ihre Austrittsstelle zeigt eine tutenförmige Einziehung der Epidermis (Fig. 1). Auf einem Längsschnitte erkennt man, dass das Haar, soweit es locker in der Haartasche steckt, also innerhalb der Epidermis (Fig. 1, *h*) schräg nach unten zieht und dabei nach vorn geneigt ist. Unterhalb der Epidermis im Fettgewebe dagegen (Fig. 1, *h*) erstreckt es sich ziemlich senkrecht nach abwärts; es ist also bei seinem Austritte aus der Epidermis leicht geknickt. Ferner erkennt man mit blossem Auge, dass das Gewebe der Haut um das Haar herum, also der bindegewebige Haarbalg, eine viel festere Beschaffenheit besitzt als die übrigen Partien. Es sieht diese Stelle weisslich, fast sehnig aus und erscheint fettlos, was in Fig. 1 bei *b* nur angedeutet wiedergegeben wurde. In meinem ganzen Material der Knollen fand ich noch eine eigentümliche Erscheinung. Das Fettgewebe (Fig. 1, *f*) hatte in der Formolkonservierung einen grauen Farbenton angenommen. Nur eine Stelle machte hiervon eine Ausnahme, insofern in einiger Entfernung von den Zapfen des Rete Malpighii ein gelblicher Streifen vorhanden war (Fig. 1, *f*₁), der parallel zum äusseren Kontur der Knolle verlief und eine dichtere Fettanhäufung andeutete. Auf dem mikroskopischen Schnitte war allerdings von dieser Anhäufung nichts zu erkennen.

Der ganz eigenartige feinere Bau des Haares von *Megaptera boops* ist, wenigstens hinsichtlich der subepidermoidalen Partien dieses Gebildes, am besten auf Querschnittserien zu erkennen, die in den folgenden Zeilen daher allein beschrieben werden sollen.

Auf einem solchen Querschnitte durch die Haut weit unterhalb der Papille sieht man schon mit blossem Auge bei jeder Färbung eine dichtere Stelle sich von der locker gefügten Umgebung deutlich abheben. Die letztere zeigt bei mikroskopischer Betrachtung die mehr oder minder grossen Maschen des Fettgewebes, welche ab und zu von einigen derberen Bindegewebsbündeln durchzogen werden und zwischen

denen in wechselnder Zahl Blutgefässe verschiedenen Kalibers vorkommen. Ganz anders stellt sich die erwähnte dichtere Stelle dar. Das Fettgewebe fehlt darin gänzlich, dafür treten derbe, breite Bindegewebszüge auf. Ein Teil von ihnen besitzt eine unverkennbar konzentrische Anordnung um einen idealen Mittelpunkt, ein anderer zieht in mehr radiärer Richtung von allen Seiten zu diesem Mittelpunkte hin. An höheren Stellen, d. h. näher dem Haare zu, ist ein wirklicher Mittelpunkt vorhanden in Form eines dicken Bündels quergetroffener, also in der Höhenachse der Knolle ziehender sehr derber und breiter Bindegewebsfasern. Diese ganze dichtere Stelle ist gefässlos, während in ihrer näheren und entfernteren Umgebung zahlreiche grosse Blutgefässe sich finden. An der Peripherie der Stelle sind ferner zahlreiche disseminiert stehende Gebilde zu beobachten, die wie markhaltige, von blättrigen Bindegewebscheiden umgebene Nervenfasern aussehen. Ob es solche sind, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu entscheiden, da die Art der Konservierung meines Materiales für die Erkennung derartiger Verhältnisse nicht geeignet war.

Je mehr man sich in der Schnittserie der Gegend nähert, wo man die Haarpapille zu erwarten hat, um so ausgedehnter wird die dichtere Stelle. Gleichzeitig beginnt allmählich das Zentrum dieses Bindegewebsfleckes sich zu lockern, indem die derben Bündel nicht mehr so dicht liegen wie anfänglich, und ein lockreres und kernreicheres Gewebe sich zwischen sie einschiebt und schliesslich sich an ihre Stelle setzt. Die bisherige Gefässlosigkeit weicht einem zunehmenden Gefässreichtum und der Zusammenhang des Zentrums mit der Umgebung wird ein loserer. Es treten nämlich verschieden grosse und unregelmässig gestaltete Hohlräume auf, die einen deutlichen endothelialen Belag aufweisen und zahlreiche Erythrocyten enthalten. Diese Hohlräume sind überbrückt oder durchquert von ungleich grossen und unregelmässig gestalteten Strängen von Bindegewebe, welche von der Peripherie des Bindegewebsfleckes zu seinem Zentrum ziehen und auf ihren den genannten Hohlräumen zugekehrten Flächen endothelialen Belag tragen. Die immer zahlreicher werdenden Lücken isolieren schliesslich in gewissem Grade das Zentrum, welches aus gewöhnlichem feinfaserigem und kernreichem Bindegewebe besteht, und so haben wir endlich in der

von unten nach oben — in Bezug auf die Richtung des Haares — verfolgten Schnittserie die Haarpapille erreicht. Diese ist also in einem kavernösen Gewebe gelegen, flottiert gewissermassen in einem Blutraume, der viel ausgedehnter und komplizierter ist, als der von Weber (ll. cc.) für den Fötus von *Balaenoptera rostrata* abgebildete. In den Strängen, welche die Bluträume (Fig. 2 und 5, *k*) durchqueren, finden sich grössere und kleinere Blutgefässe arteriellen wie venösen Charakters (cfr. Fig. 2 und 5, *g*). Hat man im Schnitte endlich den Haarbubus erhalten, so stellt sich ein Bild dar, wie solches, so viel ich weiss, noch von keinem Säugetierhaare, auch von keinem Spürhaare, her bekannt ist (Fig. 2).

Papille und Bulbus zusammen haben einen runden Querschnitt und sind von einem bindegewebigen Balge umgeben, der eine sehr ungleichmässige Ausdehnung besitzt (Fig. 2, *ib*). Die Papille (Fig. 2, *p*) ist nicht, wie man erwarten sollte, gleichmässig rund, sondern ist ungleichmässig gegen die Peripherie, d. h. gegen das Bulbusepithel hin, ausgebuchtet. Diese Buchten sind bald so tief, dass sie das Bulbus-epithel bis auf 2 oder 3 Zelllagen reduzieren, bald sind sie nur flach. Daneben trifft man im Epithel des Bulbus abgesonderte Teile des Papillengewebes (Fig. 2, *p*₁), die als helle Enklaven im dunkel tingierten Epithel ohne weiteres auffallen. Manchmal, wie in zwei Ecken der Figur 2, sind diese Enklaven von einer dünnen Epitheldecke verhüllt, was darauf hindeutet, dass sie im Verschwinden sind und ihre Stellen bald vom Epithel werden eingenommen werden. Dieses Bild ist nicht schwer zu erklären. Die Peripherie der Papille des Haares von *Megaptera boops* löst sich nach oben, d. h. gegen das Haar hin, in eine ziemlich beträchtliche Zahl von ungleich langen und ungleich dicken Fortsätzen, gewissermassen sekundären Papillen auf, welche handschuhfingerförmig in den Haarbubus hineinragen. Dabei bleibt ein nicht zu kleiner solider Papillenkern in der Mitte erhalten.

Das Bindegewebe, welches die Papille bildet, besteht aus zahlreichen sehr feinen und ziemlich eng liegenden Fibrillen, welche mannigfach durcheinander geflochten sind, so dass eine Art sehr engen Maschenwerks entsteht. Die Fasern sind im Zentrum der Papille konzentrisch zu deren Längsachse angeordnet und nur in der Peripherie

haben einige von ihnen eine longitudinale Zugrichtung. Die sehr zahlreichen Kerne sind rund oder oval und finden sich unregelmässig verteilt. In der Mitte der Papille sind Längs-, Quer- und Schrägschnitte von Blutgefässen zu erkennen, deren Kaliber von der Kapillare bis zur kleinen Arterie bez. Vene schwankt. Unterhalb des Bulbus ist ihre Zahl grösser als nach dessen Auftreten, doch sind sie auch dann nicht zu verkennen (Fig. 2, μ , im Zentrum). Ausserdem kommen noch namentlich unterhalb des Bulbus in der Papille Bildungen von eigentümlicher Bauart vor. Ihre Zahl wechselt in den verschiedenen Schnitten von 4 bis 12; bald liegen sie isoliert, bald sind sie zu zweien, bald auch zu grösseren Gruppen angeordnet. Meist finden sie sich im Zentrum, manchmal auch in der Peripherie der Papille, sehr spärlich sind sie nach dem Auftreten des Bulbus und in den sekundären Papillen fehlen sie gänzlich. Eine jede dieser Bildungen besteht aus spindelförmigen schmalen und sehr zart konturierten Zellen, welche kreisförmig um ein Zentrum derartig angeordnet sind, dass sie sich dachziegelförmig decken. In dem Zentrum sieht man ein Gebilde, das frappant an eine markhaltige Nervenfasern erinnert, nämlich eine zarte kreisförmige Membran an der Peripherie, ein dunkler kreisförmiger Fleck in der Mitte und zwischen Membran und Fleck eine helle Masse, also das typische Bild der quergeschnittenen Nervenfasern: Neurilemm, Achsenzylinder und Mark. Indessen reicht, wie schon einmal bemerkt, mein Material nicht aus, um über die nervöse Natur derartiger Befunde einen sicheren Aufschluss zu geben, darum habe ich auch die genannten Bildungen nicht gezeichnet. Wäre meine Deutung richtig, was spätere Untersuchungen zu entscheiden hätten, dann würden wir es hier mit Nervenendkörperchen von eigenartigem Bau zu tun haben. Das böte ein nicht unbeträchtliches Interesse dar. Denn nach Weber und Kükenthal (ll. cc.) sollen die Cetaceenhaare wie durch den Mangel an Talgdrüsen und Muskeln, was ich einfach zu bestätigen habe, so auch durch den Mangel an Nervelementen charakterisiert sein, welches letzteres mir nunmehr etwas zweifelhaft erscheint.

Dem Querschnittsbilde der Papille entspricht das des Bulbus. Das Ende des letzteren ist in einzelne Spitzen ausgezogen, denn er tritt in den tiefsten Schichten zuerst in Gestalt von mehreren Zellhaufen auf,

die sich allmählich vereinigen. Die Zellen des Bulbus sind anfänglich, d. h. zu unterst, in nur einfacher Schicht vorhanden, sind zylindrisch und stellen sich in doppelter Form dar. Die einen sind schmal und haben sich in dem angewandten Farbstoffe (Bismarckbraun) intensiv gefärbt, die andere, häufigere Form ist breit und hat nur einen blassen Farbenton angenommen. Keine Zelle des Bulbus, weder in dessen tiefsten noch in dessen höchsten Abschnitten, enthält Pigment, der Bulbus ist vielmehr vollkommen farblos. Die höheren Regionen des Bulbus bestehen aus zahlreichen Zelllagen, die hinsichtlich der Farbstoffreaktion nur eine einzige Zellform, die intensiv gefärbte, erkennen lassen. Die äusserste Schicht wird von zylindrischen, die von dieser nach innen gelegenen Schichten werden von polyedrischen Zellen gebildet. Auffällig ist, dass in keiner der Zellschichten Mitosen vorkommen.

Mit dem Auftreten der sekundären Papillen schieben sich Epithelfortsätze (Fig. 2, *bb*) in die Papille hinein, die teils frei enden, teils sich miteinander verbinden und so die sekundären Papillen einscheiden (Fig. 2, *pi* und *bb*). Dabei ist bemerkenswert, und damit wird die vorige Bemerkung hinsichtlich der Zellform in etwas korrigiert, dass diejenige Zellschicht, welche die sekundären Papillen gegen den Papillenkern zu innerst begrenzt, stets aus zylindrischen Zellen besteht. Wenn die sekundären Papillen schmal werden, werden die Epithelzapfen breit, und das nimmt nach oben, also gegen das Haar hin, immer mehr zu. D. h. aber: der Bulbus des Haares sendet reteartig zwischen die sekundären Papillen Epithelfortsätze, welche spitz enden.

Je mehr man sich im Schnitte von der Basis des Haares entfernt, um so weniger zahlreich werden die sekundären Papillen, die dann bald ganz verschwinden; um so massiger und einheitlicher tritt das Bulbusepithel auf und um so mehr wird auch der zentrale Papillenkern eingeengt: die Papille verjüngt sich also nach oben hin. Wenn die sekundären Papillen geschwunden sind, wird auch der zentrale Papillenkern zerteilt. Denn er erscheint nicht mehr einheitlich, sondern ist in etwa sechs Enden zerspaltten, die ungleich dick und ungleich lang sind. Letzteres ist daraus zu folgern, dass sie in der Schnittserie nicht auf einmal, sondern nacheinander wegbleiben.

Mit der eben erwähnten Einengung des Papillenkerns geht *pari passu* einher eine Veränderung in den Zellen des Bulbus. Den ursprünglichen Charakter zeigen nur noch diejenigen Zellen, welche unmittelbar den zentralen Papillenrest einscheiden; sie sind zylindrisch. Alle übrigen Zellen, auch die der äussersten ursprünglich ebenfalls zylindrischen Schicht, sind rund geworden und nur darum erscheinen sie stellenweise polyedrisch, weil sie vielfach eng aneinandergedrückt sind. Wenn der zentrale Papillenrest geschwunden ist, dann sind im Bulbus nirgends mehr Zylinderzellen vorhanden. Die gegenseitigen Grenzen der Zellen, die früher nur schwer erkennbar waren, werden jetzt so scharf und zugleich so breit, dass sie fast wie Zellmembranen aussehen, welcher Eindruck noch dadurch erhöht wird, dass sie sich ziemlich intensiv färben. Der Zelleib büsst allmählich seine Färbbarkeit nahezu völlig ein, so dass er in allen angewandten Tinktionsmitteln ganz blass erscheint, und der Kern bläht sich auf, wird bläschenförmig, erscheint homogen und enthält ein bis zwei deutliche Nucleolen (Fig. 3, *h*). Im Zentrum des Haares — denn mit der Vollendung dieser Umänderung beginnt das eigentliche Haar — findet man einige sehr intensiv sich färbende und darum auffallende Partien (Fig. 3, *c*), die unregelmässig konturiert sind. Sie bestehen aus fest aneinandergedrückten Zellen, deren gegenseitige Grenzen verschwunden sind und welche stäbchenförmige, dunkle und homogene Kerne enthalten. So ist ein ungemein zierliches Bild entstanden (Fig. 3, *h*): Von einem dunklen Zentrum strahlen in radiärer Richtung Stränge aus, so kann man geradezu sagen, welche untereinander in mannigfacher Kommunikation stehen und dadurch ein Maschenwerk herstellen, in welchem helle Zellen — in je einer Masche immer eine Zelle — gelegen sind. Diese Stränge, die sich in Hämatoxylin-Eosin purpurn färben, erscheinen bald breit bald schmal, bald blass bald dunkel tingiert und nehmen oft, wie bereits bemerkt, einen geradezu membranösen Charakter an (Fig. 3, *h*). Will man einen Vergleich, so kann man an das Aussehen denken, das ein querschnittener Leberlobulus gewährt.

Gleichzeitig mit der Umwandlung der Bulbuszellen zu den Zellen des Haares ist ein Gebilde aufgetreten, das bisher noch nicht vorhanden war. Das Haar wird nämlich von einer Scheide umhüllt (Fig. 3, *bl*),

die aus zirkulär verlaufenden Blättern besteht. Die meist sehr schmalen Blätter, welche sich in jedem Farbstoffe intensiv tingieren, klaffen an ausserordentlich vielen Stellen auseinander und schliessen in den dadurch entstandenen Spalten spindelförmige oder runde Zellen ein, die konzentrisch zum Haare angeordnet sind. Diese Zellen erscheinen stets sehr blass, enthalten einen kleinen, sich etwas intensiver färbenden Kern, der manchmal (Fig. 3 bei x) ein Aussehen hat, als ob er sich eben amitotisch geteilt hätte. Von den Blättern, deren Natur, ob sie nämlich hornig oder bindegewebig oder bloss sehr breite Zellgrenzen sind, nicht festzustellen war, strahlen an manchen Stellen Fortsätze in das junge Haar ein, die sich mit den Zellgrenzen, den vorhin so genannten radiären Strängen, zu vereinigen scheinen.

Ich halte diese blättrige Scheide für das Analogon der sogenannten Kutikula des Haares der übrigen Säugetiere, denn eine echte Kutikula fehlt bei *Megaptera*. Mit der sogenannten inneren Wurzelscheide ist sie nicht in Parallele zu bringen, denn eine solche existiert hier bei *Megaptera boops* nicht, wie noch zu zeigen sein wird. Für meine Deutung sprechen folgende Tatsachen: die Grenze gegen die Wurzelscheide (Fig. 3, w) ist eine ungemein scharfe, wogegen sie gegen das Haar hin an manchen, allerdings nicht an allen Stellen sich verwischt. Die innere Wurzelscheide der übrigen Säuger ist namentlich am Bulbus des Haares überaus deutlich, während hier am Bulbus von einer solchen nichts zu sehen ist. Endlich hat es, wenn man die Schnittserie verfolgt, den Anschein, als ob es die äussersten Schichten der Bulbuszellen sind, welche in ziemlich schroffem Übergange durch die blättrige Scheide mit ihren Zellen ersetzt werden, oder was dasselbe heissen dürfte, die sich in die blättrige Scheide umwandeln.

Das junge Haar und die blättrige Scheide sind wie der Bulbus vollkommen pigmentlos, wodurch ebenfalls ein Gegensatz zu den gewöhnlichen und den Spürhaaren der übrigen Säuger sich offenbart.

Verfolgen wir das Haar weiter in der Serie auf höheren Schnitten, d. h. solchen, welche sich der Epidermis immer mehr nähern. Zunächst fällt auf, dass zwischen der blättrigen Haarscheide und der Wurzelscheide wiederholt Spalten auftreten (Fig. 4, sp). Unstreitig sind diese artifiziell, dennoch aber sind sie als ein Charakteristikum des Haares

auf dieser Stufe seiner Ausbildung zu betrachten. Denn im Bulbus sowohl als auch am jungen Haare, das vorhin beschrieben wurde (Fig. 3), ist der Zusammenhang der Wurzelscheide mit dem Eingescheideten ein so inniger, dass niemals auch nur eine Andeutung von Spaltenbildung wahrgenommen werden konnte. Wenn jetzt sich Spalten häufiger einstellen, so weist das auf eine schärfere histologische Sonderung des Eingescheideten von der Scheide, damit auf eine Lockerung ihres Zusammenhanges und auf eine zunehmende Selbständigkeit des Haares gegenüber seiner unmittelbaren Umgebung hin.

Eine weitere wichtige Veränderung gibt sich dadurch kund, dass der auf dem vorigen Stadium vorhandene dunkle Kern des jungen Haares (Fig. 3, c) völlig verschwindet. Die das Zentrum einnehmenden Zellen unterscheiden sich nun in nichts mehr von den übrigen das Haar zusammensetzenden Zellen (Fig. 4).

Die blättrige Scheide ferner ist breiter geworden und zwar auf Kosten der Innensubstanz des Haares, so dass diese unregelmässig eingeengt wird. Zugleich treten in dieser Scheide eigentümliche Nester von Zellen auf (Fig. 4, n). Um eine wechselnde Anzahl von Zellen nämlich (3, 4 und mehr) zeigen die Blätter der Scheide eine nahezu konzentrische Anordnung, wodurch eine deutliche Abgrenzung gegen die übrige Scheide sowohl als auch gegen das Haar herbeigeführt wird. Nach oben hin — in der Richtung zum Haaraustritt also — wird die blättrige Hülle immer breiter nach innen, neue Nester treten in ihr auf, während frühere verschwinden. Auch das Aussehen der in den Maschen der blättrigen Scheide vorhandenen Zellen ändert sich. Diese, welche früher stets sehr blass in den angewandten Farbstoffen sich gefärbt hatten, nehmen nunmehr Farbstoffe sehr intensiv auf, so dass die ganze Scheide sehr dunkel erscheint. Die Kerne behalten nur in wenigen Zellen ihre bläschenförmige Natur, in den meisten erscheinen sie geschrumpft, rundlich oder stäbchenförmig und sehr intensiv tingiert (Fig. 4, bl). Auch die Blätter der Scheide färben sich intensiv, so dass diese namentlich gegen die Wurzelscheide sich auf das schärfste abhebt.

Nicht minder eingreifend sind die Veränderungen, die an den Zellen des Haares sowie in ihrer Gruppierung sich bemerkbar machen. Die rein radiäre Anordnung der früher erwähnten Stränge erleidet eine

Alteration, insofern sie auf dem Wege vom Zentrum zur Peripherie eine Drehung erfahren. Daher erscheint das Haar bez. seine Konstituenten um das Zentrum wirbel- oder schraubenförmig gedreht (Fig. 4, *h*). Die Stränge sind nie mehr membranös verbreitert, sondern stellen sich als scharfe, dunkel tingierte Linien dar, die ein weites Maschenwerk einschliessen. In den Maschen liegen die jetzt fast durchgängig spindelförmigen Zellen, deren Zelleib homogen ist und Farbstoffe sehr intensiv aufnimmt (in Hämätein-Eosin z. B. tief dunkel purpurn). Der Kern, in welchem anfänglich ein Nucleolus durch ungewöhnliche Grösse auffiel, schrumpft, d. h. verliert an Durchmesser, bleibt aber rundlich und färbt sich ebenfalls überaus dunkel (z. B. dunkelblau, fast schwarz in Hämätein-Eosin). Nur im Zentrum des Haares bleiben einige wenige Zellen in ihrem ursprünglichen Habitus erhalten (Fig. 4, *h*). Auf diesem Stadium der Ausbildung fällt daher das Haar durch seine intensiv dunkle Färbung auf (Fig. 4, *h*) und unterscheidet sich auch darin von dem Haare des früheren Stadium (Fig. 3, *h*) aufs schärfste. Hinzuzufügen ist noch, dass in den Zellen der blättrigen Scheide bald jeder normale Kern verschwindet. Scheide und Haar sind, wie zu erwarten war, völlig pigmentfrei.

Ist der Ausbildungsgrad erreicht, den Fig. 4 illustriert, dann beginnt sehr bald eine neue Veränderung Platz zu greifen, die in womöglich noch höherem Grade unser Interesse beansprucht. Tinktoriell lässt sie sich dahin charakterisieren, dass der Querschnitt sich allmählich aufhellt, so dass z. B. in Hämätein-Eosin der rote Farbenton vorherrschend wird. Zugleich nimmt der Durchmesser des Haares inkl. seiner Scheiden ab.

An einer Stelle der Peripherie des Haares und an zwei benachbarten Stellen der blättrigen Scheide weicht der purpurne Farbenton — ich schildere Hämätein-Eosin-Präparate — einem rötlichen. In den so veränderten Partien erscheinen die Zellkerne wie dunkelblaue kurze Stäbchen oder schmale, manchmal kommaartige Striche. Die Umwandlung der Zellen des Haares nimmt zu, während die blättrige Scheide ihren jetzt gewissermassen gemischten Charakter bewahrt. Schliesslich wird das Haar von einer sich rötlich färbenden Masse gebildet, in der keine Zellgrenzen zu erkennen sind, in welcher nur

die strichförmigen dunkelblauen Kerne sich finden (Fig. 5, *h*). Diese zeigen oft noch eine wirbelförmige Anordnung, welche aber bald schwindet. Ihr Kontur ist häufig gezackt, so dass sie dann wie längliche Morgensterne aussehen.

Nunmehr, wenn das Stadium der Fig. 5, *h* erreicht ist, verändert sich auch die blättrige Scheide vollständig. Sie wird sehr schmal, weil offenbar Teile von ihr ins Haar einbezogen werden. Ihre Blätter liegen fest aneinander, zeigen keine Spalten mehr, denn die in ihr eingeschlossenen Zellen schwinden fast sämtlich, und nur noch in ihrer äussersten Schicht, gewissermassen dem äussersten Blatte, trifft man geschrumpfte stäbchenförmige Kerne an. Sie macht daher einen mehr einheitlichen Eindruck als früher. Ihre Färbung erscheint in Hämatein-Eosin dunkelpurpurn, so dass sie dadurch in einen schärferen Gegensatz zum Haare tritt, als auf dem vorhin geschilderten Ausbildungsgrade (cfr. Fig. 3, 4 und 5, *h* und *bl*).

Mit diesem Stadium ist das Haar fertig, denn auch bei seinem Austritte aus der Epidermis zeigt es das geschilderte Verhalten. Es bleibt stets solide, besteht aus dicht gedrängten kernhaltigen Zellen und wird von einer schmalen blättrigen Scheide umgeben. Längsschnitte der Austrittsstelle bestätigen das bisher Gesagte, nur sind deren mikroskopische Bilder nicht so leicht verständlich wie die Querschnitte.

Nur gelegentlich wurde bisher die Wurzelscheide erwähnt, ihre eingehende Schilderung erübrigt daher noch; sie soll nunmehr folgen.

Was zunächst die tutenförmige Einziehung der Epidermis an der Haartasche betrifft, so zeigen die Retezapfen in ihrer Umgebung das bekannte, von mir beschriebene Verhalten (cfr. Rawitz [6]). Sie sind also breit, ramifiziert, die Zweige vereinigen sich mannigfach, so dass im Rete Bindegewesenklaven entstehen, welche von dem subepidermoidalen Fettgewebe abstammen. Nur darin weichen diese Enklaven von dem genannten Gewebe ab, dass in ihnen niemals Fett enthalten ist. An der Haartasche selber sind die Retezapfen dünn und sehr lang und reichen weit hinein in das umgebende Gewebe. Gegen das Haar hin ist die Epidermisoberfläche glatt; ihre äusserste, verhornte Lage ist sehr dünn und wird von pigmentfreien kernhaltigen Zellen

gebildet, während die darunter liegenden Epidermiszellen Pigment in Körnchenform enthalten. Die basalsten Retschichten sind mit Pigment dicht erfüllt. Wo das Rete, also die Epidermis, aufhört, beginnt das bereits früher erwähnte kavernöse Gewebe. Die Epidermiszellen setzen sich, wenn die eigentliche Retebildung ihr Ende erreicht hat, in die Tiefe fort, wobei ihr gegen den bindegewebigen Haarbalg bzw. gegen das kavernöse Gewebe gerichteter Kontur eine gerade Linie bildet. Zellzapfen existieren also unterhalb der Epidermis nicht mehr. Anfänglich ist die epidermoidale Scheide des Haares noch pigmentiert, und das Pigment ist auch in unregelmässigen Klumpen im umgebenden Bindegewebe vorhanden. Es kommt, nebenbei bemerkt, immer nur in Körnchenform in den Epidermiszellen vor, besondere Chromatophoren existieren nicht. Scharf abgebrochen hört dann das Pigment in geringer Entfernung von der Epidermis auf und die epitheliale Scheide geht pigmentlos bis zur Haarpapille hinab, wo sie in einfacher Zellschicht endet. Diese Scheide ist demnach die Wurzelscheide des Haares und es ist von ihr ganz allgemein auszusagen, dass sie einheitlich bleibt — es findet sich also keine Trennung in äussere und innere Wurzelscheide —, in dem weitaus grössten Teile ihrer Ausdehnung kein Pigment enthält und den Bulbus des Haares eng umgibt.

Die zu konstatierenden interessanten Einzelheiten ihres Baues will ich, in Anlehnung an die Schilderung des Haares, an Querschnittsbildern beschreiben und mit dem Verhalten der Wurzelscheide am Haarbulbus beginnen (Fig. 2, *w*). Sie stellt eine aus mehreren Zelllagen bestehende Umhüllung des Bulbus dar. Die äusserste Zellschicht wird von kubischen Zellen gebildet, welche grosse ovale oder kreisrunde Kerne mit deutlichem Nucleolus enthalten. Nach innen, zum Haarbulbus, folgen mehrere Lagen von rundlichen Zellen, welche in einem nur wenig entwickelten grossmaschigen Gewebe gelegen sind. Die kubischen Zellen sind nach aussen, gegen die Umgebung hin, zart aber deutlich konturiert, während eine Abgrenzung gegen die inneren Zelllagen nicht wahrnehmbar ist. Die Wurzelscheide erscheint darum wie durch eine feine Linie gegen den bindegewebigen Haarbalg abgegrenzt (Fig. 2, *w*). Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung erkennt man, dass dem Zellkontur der äusseren Schicht eine homogene Masse

dicht aufgelagert ist, welche sich in den verwendeten Farbstoffen stets sehr blass gefärbt hat. Diese Schicht ist am Übergange zum Bindegewebe der Umgebung etwas ausgefranst und es hat den Anschein, als ob die Fibrillen oder Fibrillenbündel des Bindegewebes mit den Fransen sich vereinen. Doch ist dieses Verhältnis mehr angedeutet als ausgebildet. Gegen das obere Ende des Bulbus hin wird die Ausfransung der homogenen Schicht klarer; es sieht so aus, als wenn sie in ihrer Peripherie in einzelne Stäbchen zerfiele.

Hat das Haar die Ausbildung erreicht, welche Fig. 3 veranschaulichen soll, dann ist die soeben geschilderte Ausfransung der homogenen Auflagerung der Wurzelscheide (Fig. 3, *w*) sehr deutlich geworden. Wie von einem Strahlenkranze umgeben erscheinen jetzt Haar und Scheide. Dagegen ist noch immer nicht klar zu erkennen, ob eine Verschmelzung der Fibrillen des bindegewebigen Haarbalges mit dem Strahlenkranze statt hat; auch auf diesem Stadium der Ausbildung des Haares ist ein solches Verhältnis mehr angedeutet als ausgeführt. Die kubischen Zellen der Wurzelscheide, deren gegenseitige Grenzen sowie deren Abgrenzung gegen die inneren Zellschichten nicht erkennbar sind, lassen deutlich zwei Zellformen unterscheiden. Die eine, weitaus zahlreichere, hat runde Kerne, die ein oder zwei Nucleolen enthalten. Die andere, die in nur geringer Zahl vertreten ist, enthält stäbchenförmige Kerne, welche sich sehr intensiv färben und daher keine feinere Struktur erkennen lassen. Die nach innen gelegenen Zellen finden sich in mehreren Lagen, deren Zahl nicht an allen Stellen der Zirkumferenz des Haares die gleiche ist. Die gegenseitigen Grenzen dieser Zellen sind ebenfalls nicht zu erkennen; sie liegen in einer nahezu homogenen, an manchen Stellen aber auch leicht gestreiften Grundsubstanz, in welcher sie wie Lücken aussehen.

Auf dem folgenden Stadium der Ausbildung des Haares sind die Verhältnisse, welche die Wurzelscheide darbietet (Fig. 4, *w*), im wesentlichen die gleichen, wie sie eben geschildert wurden. Nur die Anzahl der Zelllagen, welche nach innen von der kubischen Schicht sich finden, ist stellenweise eine beträchtlichere und diese Zahl nimmt nach oben andauernd zu. Wenn daher das Haar seine definitive Gestalt erreicht hat (Fig. 5, *h*), dann ist die Wurzelscheide sehr breit (Fig. 5, *w*).

Rekonstruieren wir aus diesen Querschnittsbildern die Gestalt der Wurzelscheide, so ergibt sich ein Resultat, welches in Übereinstimmung ist mit dem Befunde an den Haaren der anderen Säuger: die Wurzelscheide ist unterhalb der Epidermis breit und verjüngt sich nach unten hin allmählich. Nur darin findet, wie wiederholt erwähnt, eine Abweichung statt, dass mangels einer sogenannten inneren Wurzelscheide hier bei *Megaptera boops* nur das Homologon der äusseren der übrigen Säuger existiert und dass dieses dem Bulbus des Haares unmittelbar aufliegt. Die äussere Zellschicht der Wurzelscheide auf dem in Fig. 5 dargestellten Stadium enthält nur stäbchenförmige Kerne.

Die wesentlichste Veränderung betrifft den sogenannten Strahlenkranz. Die Fransen, in welche die homogene, der Wurzelscheide anliegende Schicht ausgezogen ist, zeigen eine deutlich wirbelförmige Anordnung (Fig. 5, *w*). Die einzelnen Fransen gehen unzweideutig in die kernhaltigen feinen Fibrillen des bindegewebigen Haarbalges über (Fig. 5, *ba*), welcher dadurch eine zierliche feine Streifung erhält und sich somit von dem Haarbalge am Bulbus (Fig. 2, *b*) nicht unbeträchtlich unterscheidet. Diese Fibrillen ziehen zu den Strängen, welche das kavernöse Gewebe durchqueren.

Hinsichtlich des letzteren ist dem früher Gesagten wenig hinzuzufügen. Es wird nicht bloss von Bindegewebsbrücken durchquert, sondern es ragen auch landzungenartig Bindegewebslamellen in die Hohlräume hinein und beherbergen dabei grössere und kleinere Blutgefässe (Fig. 2 und 5, *k*). Es ist nicht zu verkennen, dass das kavernöse Gewebe dicht unterhalb der Haartasche, wo es mit dem Aufhören der Retezapfen beginnt, viel mächtiger entwickelt ist als am Bulbus (Fig. 5 und 2, *k*), denn die mit Endothel ausgekleideten Hohlräume sind an der ersteren Stelle (Fig. 5, *k*) viel ausgedehnter als an der letzteren (Fig. 2, *k*). Unterhalb der Papille, darauf wurde ja bereits hingewiesen, fehlt diese Formation im Bindegewebe. Sehr beachtenswert ist die Tatsache, dass im inneren Haarbalge und in den Strängen des kavernösen Gewebes elastische Fasern nur äusserst spärlich vorhanden sind, während sie in dem hier nicht näher behandelten äusseren Haarbalge zahlreicher auftreten, um in dem gewöhnlichen subepidermoidalen Gewebe massenhaft zu erscheinen.

Von *Phocaena communis* standen mir nur die Schnauzenhaare eines einzigen nahezu ausgewachsenen Fötus zur Verfügung; von ihnen habe ich ausschliesslich Längsschnitte angefertigt.

Wie das Haar der ausgewachsenen *Megaptera*, so zeigt auch das des Fötus von *Phocaena communis* bei seinem Durchtritte durch die Epidermis eine Knickung in seiner Längsachse (Fig. 6), nur dass diese hier nicht einen so starken Winkel bildet wie bei der erst behandelten Spezies (Fig. 1). Der unterhalb der Epidermis steckende Teil des Haares zieht lotrecht nach abwärts. Diese Übereinstimmung bei beiden von mir untersuchten Spezies steht in Widerspruch mit den Befunden von Weber [9, 10]. Dieser Forscher zeichnet in seinen bereits zitierten Figuren (Fig. 6 Taf. I bzw. Fig. 410 ll. cc.) den Verlauf des Haares bei einem Fötus von *Balaenoptera rostrata* innerhalb der Haut im allgemeinen so, wie er bisher von Säugetieren allgemein abgebildet wurde: also schräg von der äussersten Spitze bis zur Papille. Es kommt mir nicht bei, die Richtigkeit der Weberschen Figur auch nur im geringsten anzuzweifeln; immerhin erscheint mir mein abweichender Befund beachtenswert. Dem Cetaceenhaare fehlt auch am erwachsenen Tiere (*Megaptera*) die Möglichkeit der Aufrichtung, die nicht bloss durch den Mangel an *Arrectores pilorum* sondern auch durch den lotrechten intrakutanen Verlauf bewirkt wird. Bewegungen des Haares können nur eintreten, wenn durch die wechselnde Blutfüllung des kavernösen Gewebes das Haar fester oder lockerer in seinem Balge steckt. Denn bei geringer Blutfülle jenes Gewebes wird es flottieren, bei starker Blutfülle festgestellt werden.

Über die Einzelheiten des Baues des Phocaenahaares ist folgendes auszusagen:

Die Papille zeigt, wenn man das Haar genau in der Medianlinie getroffen hat, eine Aufspaltung ihres mittleren Teiles in drei handschuhfingerförmige Zipfel (Fig. 6, *p*). Das erinnert an das Haar von *Megaptera*, nur dass beim Odontocetenfötus die seitlichen Fortsätze, die von mir so genannten sekundären Papillen, fehlen. Das Binde-

gewebe, aus dem die Papille besteht, enthält zahlreiche, ziemlich dicht aneinanderliegende feine Fibrillen, ovale oder runde Kerne, ist aber relativ gefässarm. Denn ganz wie bei den übrigen Säugern sind hier ebenfalls nur ein bis zwei Gefässschlingen vorhanden.

Entsprechend der zentralen Aufspaltung der Papille zeigt der Bulbus drei reteartige Zapfen, die in die Zwischenräume zwischen den Papillenfortsätzen hineinragen. Über die Zellen, welche den Bulbus bilden, ist nichts zu sagen, was nicht von anderen Säugern her längst bekannt wäre. Diese Tatsache zeigt den Unterschied von *Phocaena* und *Megaptera*, welcher noch dadurch ganz erheblich verstärkt wird, dass die Zellen bei *Phocaena* durchweg körniges Pigment enthalten.

Ein ganz besonderes Interesse beansprucht das Haar (Fig. 6, *h*). Dieses ist nämlich von dem Augenblick ab, wo es deutlich vom Bulbus-epithel sich abhebt, in seiner Achse hohl. Die Haarahöhle zeigt eine Zusammensetzung aus Rechtecken, welche durch quere, mehr oder weniger breite Scheidewände hervorgebracht werden. Die dem Bulbus benachbarten Rechtecke sind die grössten, gegen die Spitze des Haares werden sie im allgemeinen kleiner (Fig. 6, *h*). Das basalste Rechteck enthält eine eigentümliche, feinkörnige detritusähnliche Masse, in deren Achse feine Fäden mit Zellkernen sich finden. In den höheren Rechtecken bis in die Haarspitze hinein besteht der Detritus aus gröberen runden Körnchen oder Tröpfchen, die z. B. in Hämatein sich purpurn gefärbt haben; Fäden fehlen völlig. Die Scheidewände, also die Grenzen der genannten rechteckigen Höhlungen, werden von der Substanz des Haares hergestellt, nur dass sie sich viel intensiver als der solide Haarteil färben (Fig. 6, *h*).

Verhältnisse am Haarschaft, wie sie bei *Megaptera* zu finden waren, fehlen hier bei *Phocaena* offenbar vollständig, wenigstens habe ich in meinen Präparaten davon nichts angetroffen. Das Haar macht vielmehr von vornherein, d. h. so wie es als solches sich vom Bulbus unterscheidet, einen, ich möchte sagen, toten Eindruck, seine zellige Zusammensetzung, oder ob es überhaupt eine solche besitzt und nicht vielmehr unmittelbar nach seinem Entstehen aus dicht gedrängten kernlosen und verhornten Schüppchen besteht, ist nicht zu erkennen. Die mikroskopischen Bilder, die ich erhalten, machen letzteres wahr-

scheinlich. Das würde auch nicht wunder nehmen; denn da das Haar einem nahezu ausgetragenen Phocaenafötus angehörte, so war es zum Untergange bestimmt und musste, als hinfalliges Haar, nach kurzer Zeit ausfallen.

Eine Haarkutikula fehlt, ebenso aber auch eine blättrige Scheide, wie sie bei *Megaptera* vorkommt. Die innere Wurzelscheide fehlt, die äussere (Fig. 6, *w*) zeigt keine Besonderheiten gegenüber den Landsäufern, besitzt aber keine Ähnlichkeit mit der Wurzelscheide des Haares von *Megaptera*.

Interessant ist der bindegewebige Haarbalg (Fig. 6, *ib* und *ab*) darum, weil seine beiden Schichten auf der einen Seite des Haares (im Längsschnitte) stärker sind, als auf der anderen. Fig. 6 zeigt diesen Unterschied zwischen rechts und links in naturgetreuer Wiedergabe. Stets ist übrigens der innere Haarbalg voluminöser als der äussere und besteht aus feineren und kernreicheren Bindegewebsfibrillen als dieser. Im inneren Haarbalg finden sich in seiner ganzen Ausdehnung eigentümliche geschichtete Gebilde von fast kugeliger Gestalt, die vollkommen denen ähneln, die ich in der Papille des Haares von *Megaptera* gefunden. Auch hier vermag ich nicht zu entscheiden, ob diese Gebilde Nervenendkörperchen sind oder nicht.

Der zwischen beiden Haarbalglagen vorhandene Sinus, das kavernöse Gewebe, findet sich nur dort, wo der Haarbalg eine beträchtliche Dicke zeigt (Fig. 6, *s*), fehlt aber auf der anderen Seite entweder völlig oder besteht nur aus einer oder zwei sehr schmalen Spalten. Seine Entwicklung ist eine nur geringe, namentlich fehlt er, im Gegensatz zu dem Vorkommen bei *Megaptera*, vollständig am Bulbus des Haares. Aber auch hier zeigt sich, was ich bereits für *Megaptera* angegeben, dass er dicht unter der Epidermis geräumiger und mächtiger ist als in den tieferen Partien der Haut (Fig. 6, *s*).

Das das Schnauzenhaar des Phocaenafötus ein nicht bloss rudimentäres sondern dem Untergange geweihtes Gebilde ist, das bedarf, glaube ich, keiner besonderen Auseinandersetzung. Das geht aus der

vorstehenden Schilderung zur Genüge hervor und stimmt auch mit der Auffassung von Weber [9, 10] überein. Ich kann daher Kükenthal [4] leider nicht ganz zustimmen, wenn er das Schnauzenhaar der Cetaceenföten allgemein als ein hochentwickeltes bezeichnet (l. c. S. 15), denn dieses Epitheton kommt dem Haare bloss wegen der Existenz einer Papille noch nicht zu. Bildet sich überhaupt irgendwo in der Haut ein Haar, so muss auch eine Papille vorhanden sein, da ohne diese jenes auch nicht einmal vorübergehend auftreten kann.

Hochentwickelt ist dagegen das einzelne Haar der erwachsenen *Megaptera boops*, so spärlich auch das Haarkleid bei diesem Wale ausgebildet ist. Der ganze feinere Bau des Haares lehrt dies auf das deutlichste. Vergleicht man die Querschnittsbilder, die ich hier gegeben, mit denen vom Haare anderer Tiere — die besten Abbildungen findet man auf Tafel 23 im Benda-Güntherschen Atlas [1] —, so wird man zugeben müssen, dass trotz des Fehlens der inneren Wurzelscheide und der Kutikula das Megapterahaar einen komplizierteren oder, vielleicht richtiger ausgedrückt, einen spezialisierteren Bau besitzt als die Haare der Landsäuger, inklusive der sogenannten Sinushaare. Mir wenigstens sind keine Angaben bekannt geworden, dass man an ein und demselben Haare jenseits des Bulbus drei Stadien der Ausbildung unterscheiden kann, die ineinander übergehen und nur verschiedenen Stellen der Haarlänge angehören. Das deutet meines Erachtens auf eine hohe histologische und damit sicherlich auch physiologische Differenzierung dieser Gebilde hin. Dass die Megapterahaare keine Arrectores haben, will nicht viel verschlagen, berücksichtigt man die vorhin gegebenen Auseinandersetzungen über die Bedeutung des kavernösen Gewebes für die verschiedenen Grade des Feststellens der Haare. Der bisher angenommene Mangel an nervösen Elementen scheint, wie aus meiner Schilderung erinnerlich, nicht sicher zu sein. Ich bin daher der Ansicht, dass das Haar der erwachsenen Individuen von *Megaptera boops* wohl Umbildungen aber keine Spur von Rückbildungen erkennen lässt.

Eine gewisse Pikanterie bietet die Tatsache dar, dass die von mir untersuchten Kopfhaare der *Megaptera* echte sogenannte Sinushaare sind. Wenn ich nicht irre, hat man diesen anatomischen Cha-

rakter ausschliesslich für die Spürhaare (Schnauzenhaare) reserviert, ihn allen anderen Haaren aber abgesprochen. Wie nun die Kopfhaare von *Megaptera* zeigen, ist dies nicht richtig; ob das Auftreten der Sinusbildung eine Neuerwerbung darstellt, vermag ich nicht zu entscheiden, wenn mir dies auch wahrscheinlich dünkt.

Vielleicht hängt die grosse Entwicklung der Blutsinus am Megapterahaare mit einem Umstande zusammen, der allgemeines Interesse beansprucht. Nichts nämlich deutet beim Haare von *Megaptera* darauf hin, dass hier ein Haarausfall jemals eintritt; alles vielmehr drängt zu der Annahme, dass das Haar persistiert. Nur die äusserste, über die Haut hervorragende Spitze des Haares wird abgestossen, und zwar wahrscheinlich dadurch, dass das Tier irgendwo mit seinem spröden Haare anstösst. Das Haar ergänzt sich von seiner Wurzel aus, aber es kommt niemals im Leben des Tieres zu jener Art des Haarwechsels, die für das gewöhnliche Haarkleid der Säuger charakteristisch ist. Die Ursache für die Persistenz des Megapterahaares glaube ich in dem kavernösen Gewebe erblicken zu sollen. Die Ernährung des Haares ist hier — und diese Betrachtung dürfte auch für die Spürhaare der Landsäuger zutreffen — eine so wesentlich andere und vor allem so wesentlich ausgiebigere, als beim gewöhnlichen Haare der Landsäuger, dass es dauernd lebensfrisch und lebenskräftig bleibt.

Berlin, Ende Juli 1905.

Erklärung der Figuren auf Tafel III.

Fig. 1—5: *Megaptera boops*; Fig. 6: *Phocaena communis*.

- Fig. 1. *Längsschnitt durch einen Knollen*; Skizze; 1/1. *h.* = Haar; *ep.* = Epidermis; *x.* = pigmentfreie Stellen in der Epidermis; *b.* = Haarbalg; *f.* = Fettgewebe; *f₁* = besonders fettreich scheinende Partie.
- Fig. 2. *Querschnitt durch Papille und Bulbus*. Gez. mit Camera bei Zeiss 3 AA, Detail 4 B. *bb.* = Bulbus; *p.* = Papille; *p₁* = sekundäre Papillen; *g.* = Gefässe; *k.* = kavernöse Räume; *ib.* = innerer, *ab.* = äusserer Haarbalg; *w.* = Wurzelscheide.
- Fig. 3. *Querschnitt des Haares dicht oberhalb der Papille*; gez. bei Zeiss 2 B, Detail 4 D. *h.* = Haar; *c.* = Centrum des Haares; *bl.* = blättrige Scheide; *x.* = vgl. Text; *w.* = Wurzelscheide.
- Fig. 4. *Querschnitt des Haares etwa in der Mitte*; gez. bei Zeiss 3 D, Detail 3 F. reduziert auf $\frac{1}{4}$. *sp.* = Spalten zwischen Haar und Wurzelscheide; *n.* = Nester; sonst Bezeichnung wie Fig. 3.
- Fig. 5. *Querschnitt des Haares dicht unterhalb der Epidermis*; gez. bei Zeiss 3 AA, Detail 4 B. *h.* = Haar; *ba.* = Haarbalg; sonst Bezeichnung wie Fig. 2.
- Fig. 6. *Längsschnitt des Haares eines Phocaenafötus*; 18/1. *h.* = Haar; *bb.* = Bulbus; *p.* = Papille; *w.* = Wurzelscheide; *ib.* = innerer, *ab.* = äusserer Haarbalg; *s.* = Sinus; *r.* = Rete Malpighii; *ep.* = Epidermis.
-

Literaturverzeichnis.

1. Benda-Günther, Histologischer Handatlas. Leipzig und Wien 1895.
2. Braun, Über Wale und ihre Parasiten. Sitzungsber. der Physik.-ökonom. Gesellsch. Königsberg i. Pr. 1904.
3. Eschricht, Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Wäلتiere. Bd. I. Leipzig 1849.
4. Kükenthal, Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Wäلتieren. Denkschriften d. med.-naturwissensch. Gesellsch. zu Jena. Jena 1893.
5. — Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Sirenen. In: Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien. Bd. IV. Lief. 1.
6. Rawitz, Über den Bau der Cetaceenhaut. In: Arch. f. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 54.
7. — Über Megaptera boops Fabr. nebst Bemerkungen zur Biologie der norwegischen Mystacoceten. In: Arch. f. Naturgesch. 1900.
8. Sars, Fortsatte Bidrag til Kundskabe om vore Bardehvaler. „Finhvalen“ og „Knölhvalen“. In: Forhandlingar i Videnskabselskabet i Christiania. Aar 1880. Christiania 1881.
9. Weber, Studien über Säugetiery. Jena 1886.
10. — Die Säugetiery. Jena 1904.

Der Schädel von Kegel.

Eine anthropologische Studie

von

A. Rauber.

(Mit 16 Textfiguren und Tafel IV—XI.)

Inhaltsübersicht.

Einleitung	41	II. Innere Untersuchung	115
1. Der Fundplatz	43	1. Innenwand des Schädels	115
2. Aufgabe der inneren Untersuchung	45	2. Innere Messung	122
3. Horizontalebenen	52	a) Kapazität	122
I. Äussere Untersuchung	58	b) Lineare Werte	122
1. Einzelne Knochen	58	c) Innere Indices	125
2. Sinus nasales	75	d) Innere Winkel	131
3. Suturae	77	III. Einstellung beider Schädel in verschiedene Ebenen	147
4. Lineae temporales	79	IV. Die Neigung der Stirn	160
5. Äussere Messung	82	V. Versuche an Drahtmodellen	166
a) Lineare Werte	82	VI. Gewicht und Dicke	189
b) Indices	88	VII. Schluss	192
c) Äussere Winkel	91	VIII. Zusammenfassung	199
6. Norma verticalis und occipitalis	111	IX. Tafelerklärungen	208

Dem älteren Bestand der anatomischen Sammlung in Dorpat gehört ein eigentümlicher Schädel an, welcher sich von allen anderen durch eine Reihe von Merkmalen unterscheidet, die nur selten zusammen angetroffen werden. Fliessende Stirn, stark hervorragende Augenbrauenwülste, langgestreckte Schädelform, geringe Kapazität, altertümlicher Fundplatz, Merkmale oberflächlicher Verwitterung — sind das nicht Eigenschaften genug, welche die Vermutung einer Verwandtschaft mit der neuerdings so wichtig gewordenen Neandertaler Gruppe

von Schädeln wachrufen müssen? Über ihn soll im folgenden ausführlich berichtet werden.

Nicht zum ersten Mal findet jetzt dieser Schädel literarische Erwähnung. Ich selbst habe im Jahre 1902 auf ihn aufmerksam gemacht und zwar in der 6. Auflage meines anatomischen Lehrbuches. Auf S. 309 sind zwei Abbildungen von ihm gegeben mit der Erklärung: Langschädel von neandertaloidem Typus, aus einem Grabe bei *Kegel* (Nord-Estland, Ostsee). Kapazität 1320 ccm; a) Norma lateralis (dextra), b) Norma verticalis. Ca. $\frac{1}{3}$.

Diese Angaben enthalten in Verbindung mit den nach Photographen hergestellten Abbildungen schon viel Wichtiges, aber sie sind doch bei weitem nicht erschöpfend. Schon lange gehe ich daher mit dem Gedanken einer eingehenderen Darstellung um, welche den Schädel nach Verdienst zu würdigen im stande wäre; nunmehr ist die Absicht zur Wirklichkeit geworden.

Wenn es hiernach auch mein erstes Ziel ist, den Schädel von Kegel mit allen neueren Hilfsmitteln zu untersuchen, so ist es doch nicht das einzige. Meine Aufgabe ist vielmehr eine weitergehende. Der einzelne Fall gibt mir nämlich die willkommene Gelegenheit, zu verschiedenen Fragen allgemeiner Natur Stellung zu nehmen, welche in der anthropologischen Wissenschaft der Gegenwart einen bedeutenden Rang einnehmen und welche zum Teil gleich am Anfang beantwortet werden müssen. Einen so grossartigen Aufschwung die neuere Anthropologie auch genommen hat, so bewegt sie sich doch auf manchen Gebieten nur mühsam tastend vorwärts. Die richtige Beantwortung einiger der schwebenden Fragen wird dazu beitragen, die Schwierigkeiten der zukünftigen Bahn zu vermindern und die Erfolge zu vergrössern.

Da der Schädel von Kegel schon vor meiner Zeit in die hiesige Sammlung gelangt ist, könnte es auffallend erscheinen, dass er nicht schon lange zuvor zu einer Untersuchung Veranlassung gegeben hat; doch ist mir hierüber nichts bekannt geworden. Sollte es dennoch geschehen sein, so wird es sich finden. Auf alle Fälle wäre nur die äussere Beschaffenheit des Schädels beschrieben worden. Hier aber wird auch über die inneren Verhältnisse Bericht erstattet werden.

Für derartige Seltenheiten, deren Beurteilung noch dazu auf Schwierigkeiten stösst, wäre übrigens eine zweite Untersuchung nicht zu viel. Selbst einer dritten werde ich mit Vergnügen entgegensetzen. Sie ist immer erwünscht, oft genug dringend notwendig — man denke nur an den Neandertaler Schädel selbst — und möge durch die meinige recht bald hervorgerufen werden. An solchen Dingen müssen verschiedenartige Kräfte sich versuchen.

1. Der Fundplatz.

Das ist der Punkt, über welchen leider am wenigsten ausgesagt werden kann; so dass wir zur Beurteilung des Schädels fast ausschliesslich auf dessen gegenständliche Untersuchung angewiesen sind. Vorn auf dem Stirnbein trägt der Schädel die ganze Nachricht über seinen Fundplatz in der mit Tusche gemachten Aufschrift: *aus Kegel*. Mehr hat auch das ältere Sammlungsbuch nicht zu melden. Vielleicht wird später ausführlichere Kenntniss über die Auffindung zu gewinnen sein. Gerade aus der vorhandenen Mangelhaftigkeit des Fundberichtes kann man indessen mit einiger Berechtigung entnehmen, dass es sich bei dem Schädel um keine ungewöhnliche Lagerstätte handle, dass man daher wohlthue, ihn einstweilen als einen einfachen Gräberschädel zu betrachten, vorbehaltlich späterer Ergänzungen und Berichtigungen. *Kegel* ist ein *Stationsort* der Eisenbahnlinie Reval—Baltischport, in der Nähe der Ostsee. Ganz am Strande liegt die *Villenkolonie Kegel*. Beide Plätze sind beliebte Sommerfrischen für die nähere und entferntere Umgebung.

Dem Schädel fehlt der Unterkiefer, es fehlen alle übrigen Knochen des Skelettes; Beigaben sind unbekannt. Die Mangelhaftigkeit des historischen Materials und das Fehlen der übrigen Knochen findet jedoch bis zu einem gewissen Grade Ersatz in dem guten Erhaltungszustand des Vorhandenen. Die ganze Schädelbasis, das ganze Schädelgewölbe, beide in unversehrtem natürlichen Zusammenhang, sind so vorzügliche Gaben, dass sie für die Untersuchung kaum zu wünschen übrig lassen. Um diese Gaben gebe ich die bestehenden Mängel gern dahin. Was würde beispielsweise an dem vorhandenen, oder nur bruchstücksweise erhaltenen Schädelgewölbe gegenwärtig noch viel

Wertvolles sein, wenn, wie es bei den wichtigsten Schädeln so oft der Fall war, die ganze Basis des Schädels fehlte! Hier aber liegt beides in bester Verfassung vor.

Die Farbe des Schädels ist im allgemeinen ein Grau von mittlerer Helligkeit, dem ein Stich ins Gelbliche sich beimischt. Es fehlt jede Spur von Fett. Von färbenden Einflüssen der Umgebung ist der Schädel freigeblieben; man kann daher eine färbende Umgebung ausschliessen. Die linke Schädelhälfte zeigt eine viel gleichmässigere und reinere Farbe als die rechte, so dass man hieraus vielleicht auf eine frühere Seitenlage des Schädels in der Erde oder Grabkammer schliessen kann.

Auffallend sind am Stirnbein, am rechten Scheitelbein und an der rechten Schläfenschuppe zahlreiche *dunklere Flecken* von einigen Millimetern Durchmesser. Ihre Farbe ist teils schwärzlich, teils bräunlich. Sie stehen in weiteren oder kleineren Abständen, fliessen da und dort auch zusammen. Sie dringen nicht in die Tiefe, sondern halten sich ganz in und auf den oberflächlichen Knochenschichten auf; mit scharfem Messer lassen sie sich leicht abschaben und könnten auf ihre Besonderheiten genauer erforscht werden; sie machen zunächst den Eindruck der Ansiedelung von Pilzkolonien.

Die Oberfläche des Schädeldgewölbes lässt zahlreiche *Erosionen* erkennen. Besonders ausgedehnt sind sie im mittleren Gebiet der rechten Stirnbeinschuppe; aber auch beide Scheitelbeine sind von erodierten Stellen übersät. Der Knochen ist auf der äusseren und inneren Oberfläche weicher, zerreiblicher, als frisch mazerierter; viel leichter lassen sich mit dem Messer kleine Teilchen abschaben; aber im ganzen ist seine Festigkeit doch noch so gross, dass bei vorsichtiger Behandlung für die fernere Erhaltung des Schädels nichts zu befürchten steht.

Die anatomische Sammlung besitzt ausser diesem ungewöhnlichen noch *vier andere Schädel* aus Kegel. Einer von ihnen stimmt in den Hauptdurchmessern mit dem ungewöhnlichen überein. Ja seine Stirn ist sogar ein wenig zurückliegend und zugleich niedrig. Und merkwürdigerweise besitzt derselbe Schädel eine Eigentümlichkeit, die uns später bei dem ungewöhnlichen noch beschäftigen wird: der Angulus

sphenoidalis des Parietale ist zu einem langen *Processus* sphenoidalis ausgezogen, und zwar auf beiden Seiten. Auf der linken Seite ist zugleich damit eine Stufenbildung im Margo und in der Sutura coronalis verbunden, von welcher ebenfalls später ausführlich die Rede sein wird. Rechterseits fehlt die Stufenbildung, obwohl der Fortsatz da ist; an Stelle der Stufe ist ein bogenförmiger Übergang zu stande gekommen.

An Farbe unterscheidet sich dieser Schädel beträchtlich von dem ungewöhnlichen; dieser ist grau, jener tief bräunlich. Ein helleres Braun zeigen zwei andere Schädel dieser Gruppe; der dritte aber, sonst ganz verschieden, hat die graue Farbe des ungewöhnlichen, doch ohne schwarze Flecken. Beide waren in gleich beschaffenem, von dem Lager der übrigen verschiedenen Boden gebettet. Die beiden Schädel von grauer Farbe kommen noch in einem anderen neben-sächlichen Punkt überein: beide befanden sich in Seitenlage im Boden. Die eine Seite ist glatt und zeigt den nackten Knochen; die andere ist rauh, wie von einer Pilzvegetation überkleidet, durch Schaben mit dem Messer kann der dünne feste Überzug entfernt werden.

Zwei von den Schädeln aus Kegel haben ansehnliche, über das Mittel hinausgehende, der eine von ihnen sogar grosse Durchmesser; beide zeichnen sich durch Orthognathie aus. Der Unterkiefer fehlt allen Schädeln dieser Gruppe.

2. Aufgabe der inneren Untersuchung.

Die Unerlässlichkeit der inneren Untersuchung des Hirnschädels ist von niemand entschiedener dargelegt worden, als von *Th. Huxley*. Schon vor Jahrzehnten hat er die Behauptung aufgestellt, jede Untersuchung eines Schädels, die nicht auch das Innere berücksichtige, sei als unvollständig zu bezeichnen. Obwohl nun schon so lange Zeit seit seiner Mahnung verflossen ist, so sind seine Worte doch nur selten beherzigt worden.

Um zu erkennen, wie berechtigt sein Wunsch war, muss man sich folgende Erwägungen gegenwärtig halten. Der Hirnschädel, das Neurocranium, ist in erster Linie Hirnhülle. Der Pia, Arachnoidea und Dura schliesst sich aussen eine Durior, eine knöcherne, schützende

und tragende Hülle unmittelbar an. Die Innenwand der Schädelhöhle ahmt daher die Aussenform der Dura und des Gehirns am getreuesten nach, ohne einen grösseren Zwischenraum zu setzen, wie ihn die Aussenfläche des Schädels herstellt; ohne eine Menge von teilweise sehr beträchtlichen Aussenwerken hemmend in den Weg zu legen, welche die Aussenfläche des Schädels von seiner Innenfläche unterscheiden. Hieraus geht bereits hervor, dass das Schwergewicht der Untersuchung des Neurocranium notwendigerweise in der inneren Untersuchung gelegen ist, nicht in der äusseren. Die äussere tritt daher als unvollständiger Ersatz ein, wo die innere aus irgend einem wichtigen Grunde nicht vollzogen werden kann, ohne jemals den Wert und das Ergebnis der inneren vollkommen zu erreichen. Sie hat immer nur den Wert eines Notbehelfs.

Das Neurocranium ist aber nicht nur harte Hirnhülle, sondern alle übrigen Körpersysteme, abgesehen vom Nervensystem, treten zu ihm in wichtige, oft sehr eingreifende Beziehungen, welche seine Gestalt, und naturgemäss überwiegend seine *äussere*, in mehr oder minder hohem Grade verändern. Ohne den Einfluss der übrigen Körpersysteme wäre die Aussenform des Neurocranium der Innenform weit ähnlicher, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Zunächst treten andere *Knochen* mit dem Neurocranium in Verbindung und verändern durch die Notwendigkeit ihrer Anfügung dessen Form. Die Verbindung mit der *Wirbelsäule* bedingt die Gegenwart der Condyl occipitales, wodurch gleich eine ansehnliche Veränderung der Aussenform des Neurocranium hergestellt wird, die sonst nicht vorhanden wäre.

Sodann ist die Anfügung des *Gesichtsschädels*, des *Splanchnocranium*, an das Neurocranium zu beachten. So bedingt die Anfügung des Unterkiefers und selbst des Zungenbeins bedeutende Formveränderungen an der Aussenfläche der Temporalia. Die Fossa mandibularis, das Tuberculum articulare, der Processus styloideus geben davon Zeugnis. Aber auch alle übrigen, mit dem Neurocranium in Verbindung tretenden Knochen bleiben, wie der Anblick eines jeden Schädels belehrt, nicht ohne Rückwirkung auf die Aussenform des Neurocranium.

Den Knochen folgen die *Bänder*. Die Ligamenta cranio-vertebralia

lassen am Occipitale ihre Spuren zurück, nicht minder das Ligamentum nuchae. Selbst die Ligamenta mandibulae bleiben nicht ohne Rückwirkung, ob man nun den Discus articularis oder die Seitenbänder in das Auge fasst.

Von sehr bedeutendem Einfluss auf die Aussenform des Neurocranium ist ferner die *Muskulatur*. Das Planum nuchale des Hinterhauptbeins verdankt seine Modellierung wesentlich dem Ansatz der Nackenmuskeln. Aber auch der Körper des Hinterhauptbeins bleibt bekanntlich von Muskeleinflüssen nicht frei. Sehr gross ist ferner der formgestaltende Einfluss der Muskulatur auf die Aussenfläche der Temporalia. Die Gegenwart des Processus mastoideus, der Incisura mastoidea, des Processus zygomaticus liefert den Beweis. Damit kommen wir schon zu dem Einfluss der mächtigen Kaumuskulatur auf die Gestaltung des Neurocranium sowohl wie des Splanchnocranium. Schon die räumliche Unterbringung dieser Muskellager wirkt frühzeitig formgestaltend auf den Schädel ein, sei es auf den des Menschen oder auf den der Tiere. Im fertigen Zustand aber zeigt das Temporale und Sphenoidale, das Parietale, Frontale und Zygomaticum so auffällig die Einwirkung der Kaumuskulatur, dass es genügen muss, hieran erinnert zu haben. Als noch stärker von der Muskulatur beherrschte Knochen machen sich geltend der Unterkiefer und das Zungenbein. In einem gewissen Gegensatze zur Grösse des Einflusses der Nacken- und der Kaumuskulatur auf die äussere Gestalt des Schädels steht die mimische Muskulatur. Aber auch sie ist bekanntlich nicht ganz ohne Einfluss auf die Modellierung sowohl des Neuroals des Splanchnocranium geblieben.

Auch die Systeme der *Intestina* sind von weitgehendem Einfluss auf die Schädelform. Die Unterbringung der Zähne, der Zunge, der Speicheldrüsen, des weichen Gaumens, des Schlundes liefert den Beweis. Selbst das Neurocranium bleibt von der Einwirkung der Intestina nicht unbeteiligt, wie das Schlundfeld des Schädelgrundes vor die Augen stellt.

Wir kommen zu dem Einfluss der *Gefässe* auf die Schädelform. Das Gefässsystem wirkt teils modellierend auf die *Aussenform* des Schädels ein, teils auf die *Innenform*; ja der innere formgestaltende

Einfluss ist hier überwiegend. Arterien und Venen kommen dabei in Frage. Die Arteria carotis interna zeigt die Spuren ihres Verlaufes an der Aussen- und Innenfläche des Neurocranium. Viele Äste der inneren und äusseren Carotis prägen Teile ihrer Bahn am Schädel aus. Was aber Venen betrifft, so genügt es, an die Lagerplätze der Sinus der harten Hirnhaut und an die Abflüsse dieser Sinus zu erinnern.

In hohem Grade formgestaltend wirkt ein Teil der *Sinnesorgane* auf die Aussen- und Innenfläche des Schädels ein. Die Unterbringung der Sehorgane, Gehör- und Geruchsorgane, das Organon vomero-nasale eingeschlossen, zeigt deutlich, in welchem Grade das geschieht.

Aus diesem Überblick auf die vielfältigen Einflüsse, welche auf die Aussenform des Neurocranium formgestaltend einwirken, erhellt klar, wessen wir bedürfen. Die Untersuchung der *Aussenform* des Neurocranium hat die Umgestaltungen alle, die sie erfahren hat, nicht in den Hintergrund zu stellen, sondern umgekehrt gerade in den Vordergrund. Wir wollen das Maass der Umgestaltungen, den Grad der Unterschiede des Aussen- und Innenschädels kennen lernen. Darauf kommt es an. Die äussere Untersuchung des Schädels ist ebenso vollberechtigt wie die innere, aber sie hat grundsätzlich ein anderes Ziel. Beide können nicht beliebig einander vertreten. Wo es auf das Verhältnis des Schädels zur Hirnform ankommt, da haben wir den Innenschädel zu untersuchen; bei der Untersuchung der Aussenform dagegen haben wir das Hauptaugenmerk auf die Umgestaltungsvorgänge und die von ihnen bewirkten Formunterschiede zu richten. Den Aussenschädel allein des Innenschädels wegen untersuchen zu wollen, wäre ein grundsätzlich fehlerhaftes Beginnen. Denn auch sämtliche Aussenwerke des Schädels sind wichtige, wenn man will gleichwichtige Tatsachen der bildenden Kräfte des Organismus.

Nun geht es freilich in manchen Fällen nicht an, das Innere zu gewinnen. Wo gute Gründe die Zerlegung eines Schädels verhindern, da bleibt der äusseren Untersuchung die doppelte Aufgabe, teils die Aussenform kennen zu lernen, teils aushilfsweise und unvollkommen die innere Untersuchung zu ersetzen. Wo aber die innere Untersuchung ohne triftigen Grund versäumt worden ist, da wird der Vorwurf der Unvollständigkeit gerechtfertigt erscheinen müssen.

Wie ist bei einem zur Zerlegung geeigneten menschlichen oder tierischen Schädel technisch zu verfahren?

Man wird einen zur Zerlegung bestimmten Schädel vorher auf seine Kapazität untersuchen, wiegen und zeichnerisch so vollständig aufnehmen, als es sich gehört; in wichtigen Fällen wird man auch Abgüsse verschiedener Art von ihm nehmen.

Die Zerlegung selbst kann in sagittaler, horizontaler und frontaler Richtung, immer mit einer grossen feinen Bogensäge, vorgenommen werden. In sagittaler Richtung genügt ein einziger Schnitt, der mediane oder leicht paramediane. Auch in horizontaler Richtung genügt ein Schnitt, welcher dann nach einer bestimmten Horizontalebene orientiert werden muss. Wollte man in frontaler Richtung eröffnen, so liessen sich vielleicht zwei wichtige Schnitte gewinnen, die ebenfalls auf eine Horizontale einzustellen wären. Je nach dem besonderen Ziele, das erreicht werden soll, wird die eine oder die andere der drei Schnittrichtungen gewählt werden. Ich habe den Medianschnitt bevorzugt und kann daher nur über die mit ihm erhaltenen Ergebnisse der inneren Untersuchung berichten.

Die innere Untersuchung hat es zu tun mit der Kenntnisnahme aller Eigentümlichkeiten der Wände der Schädelhöhle, d. i. mit dem Verhältnis der Lage dieser Wände zu der Aussenfläche des Schädels, mit den Krümmungsverhältnissen der Innenflächen der Knochen, welche die Schädelhöhle begrenzen, mit den inneren Nahtlinien, mit dem gesamten Relief der Wände, mit den Raumverhältnissen der Höhle, mit allen wichtigen Linien- und Winkelmaassen.

Die vorhandenen anthropologischen Instrumentarien, so reich sie auch an manchen Orten ausgestattet sein mögen, sind zur Erfüllung dieser Aufgaben schwerlich alle ausreichend. Es kommen folgende Dinge in Betracht.

Zur Bestimmung der Höhlenform eignet sich vortrefflich deren Positiv, der von einem erfahrenen Formator aus diesem oder jenem Material hergestellte *Höhlenausguss*. Zu Höhlenausgüssen wird man den uneröffneten Schädel nur selten verwenden, ohne Schaden aber den median geteilten. Die beiden Hälften des Schädels werden durch Haken, Binden fest aneinander gepresst, verkittet und dann nach den

Regeln der Kunst verfahren. Der durch die Säge entstandene Verlust an Querdurchmesser, Horizontal- und Frontalumfang kann leicht gemessen und berechnet werden. Da das Volum der Höhle schon vor dem Ausgiessen und vor der Zerlegung gemessen worden ist, so kann der Volumverlust durch die Kapazitätsbestimmung *nach* der Zerlegung, bei aufeinandergepressten Schädelhälften, ebenfalls festgestellt werden.

In grösserem Maassstabe sind Höhlenausgüsse zuerst von *Th. L. W. Bischoff* verwendet worden. Neuerdings hat das Verfahren auch bei *G. Schwalbe* Anerkennung und Benützung gefunden.¹⁾

Eine andere Art von positiver Umwandlung der Schädelhöhlenhälften ist die Ausfüllung dieser Höhlenhälften mit senkrecht auf die Schnittebene eingeführten *Stäbchen*. Eine Schädelhälfte wird, die Schnittfläche nach oben gewendet, horizontal auf eine passende Unterlage festgelegt, die Höhle hierauf mit langen Holzstäbchen dicht angefüllt, bis zu den äussersten Rändern. Eine schon vorher besorgte passende grosse Klammereinrichtung kommt dann auf die Schnittfläche der Schädelhälfte zu liegen, wird zur festen Umschliessung aller Stäbchen gebracht und dient dazu, die Gesamtheit aller Stäbchen wie eine kompakte Holzmasse aus der Höhlenhälfte herauszuheben. Ebenso wird mit der anderen Schädelhälfte verfahren.

Statt dieses *Klammerapparates* bediente ich mich mit Vorteil eines *Tiefenmessers*. Ein aus Holz gearbeitetes Parallelepipedon von quadratischem Querschnitt und 12 bis 15 mm Seite, also etwa ein dickes Lineal von 30 cm Länge, wird in der Längs- und Quermitte von einem Kanale senkrecht durchbohrt, welcher einen langen, am einen Ende zugespitzten Metallstab von 2 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge aufnimmt. Der Stab trägt Millimetertheilung, nur das zugespitzte Endstück nicht, in einer Länge, welche der Dicke des Lineals entspricht. Nun wird das Lineal quer über die Schnittfläche und Höhle der Schädelhälfte gelegt, welche, die Höhle aufwärts gewendet, in horizontaler Lage befestigt ist. Den Metallstab drückt man an einer Stelle in die Tiefe, deren Tiefstand gemessen werden

¹⁾ *G. Schwalbe*, Über das Gehirnrelief des Schädels bei Säugetieren. Zeitschrift f. Morphologie u. Anthropologie. Bd. VII, Heft 2. 1904. — Dieselbe Zeitschrift. Bd. I, Heft 1. 1899. Studien über Pithekanthropus erectus.

soll. Eine kleine, quer zur Kanalrichtung am Lineal angebrachte Schraube dient zur Befestigung des Metallstabes, nachdem er die Tiefe erreicht hat. Jetzt kann das Lineal mit dem Metallstab abgehoben und die Tiefe der betreffenden Höhlenstelle abgelesen werden.

Die Tiefe der einen Schädelhälfte sei an einer bestimmten Stelle $= t$; die der anderen Hälfte an der gleichen Stelle $= t'$. Dann ist die Höhlenbreite an der betreffenden Stelle $t + t' + v$. Mit v ist der Verlust bezeichnet, welcher durch die Anwendung der Säge entstanden ist; er braucht nicht mehr als 1 mm zu betragen, ist aber für die einzelne Säge festzustellen.

Auf diese Weise gelingt es unschwer, die innere oder Höhlenbreite eines median halbierten Schädels an irgend einer Stelle zu bestimmen.

Wohl immer wird man bei einem solchen Versuch auch zu erfahren wünschen, wie dick gerade an der betreffenden Stelle die Schädelwand sei, so dass man zugleich die *äussere* Breite des Schädels an der betreffenden Stelle erfährt. Für diesen Zweck bedarf es eines *Dickenmessers* der Schädelwand, als welcher ein feinerer Tasterzirkel Verwendung finden kann.

Hat man eine andere Art von Dickenmesser zur Verfügung, so kann man auch bei uneröffnetem Schädel die innere Breite des Schädels, d. i. die Breite der Schädelhöhle an einer bestimmten Stelle ermitteln. Man misst zunächst die äussere Breite des Schädels an jener Stelle, ebenda die Dicke der rechten und linken Wand und bringt die kleine Summe von jenem Betrag in Abzug.

Ein anderes Verfahren muss Platz greifen, wenn es sich darum handelt, die *Längenverhältnisse* der Höhle eines median eröffneten Schädels zu ermitteln. Für diesen Zweck bediente ich mich eines *Schiebestabes* mit Erfolg. Auch ein mit den Enden nach *aussen* greifender Tasterzirkel kann zur Erfüllung dieser Aufgabe Verwendung finden. Der *Schiebestab* besteht aus einem, am einen Ende zugespitzten, im übrigen Teile hohlen Zylinder von bestimmter Länge (12 cm), dessen Höhlung einen graduierten Stab von derselben Länge verschieblich und feststellbar aufnimmt. Man legt das spitze Ende des Hohlzylinders beispielsweise an die tiefste Stelle der Fossa occipitalis des Hinterhauptbeins, zieht den graduierten Stab so weit aus, dass er mit seinem freien spitzen Ende die Stelle der Fossa frontalis der

gleichen Seite berührt und stellt ihn mit der seitlich angebrachten Schraube fest. Kann man den Apparat nicht herausheben, so bleibt nichts übrig, als in situ abzulesen, was ja ohne Schwierigkeit gelingt.

Kommt es nur darauf an, an einem Schädel, der nicht eröffnet werden soll, an einigen bestimmten Stellen die Ausdehnung der Schädelhöhle zu ermitteln, an einigen Stellen, an welchen man auch *äussere* Maasse genommen hat, — so kann man sich eines feinen Drillbohrers bedienen. Man bohrt an den gewünschten Stellen durch die Schädelwand, bestimmt hier deren Dicke und hat es dadurch auf einfache Weise erreicht, wenigstens einige wichtige innere Maasse mit den äusseren vergleichen und für die vorliegende Aufgabe in Rechnung bringen zu können.

3. Horizontal-Ebenen.

Der Frankfurter Horizontal-Ebene, welche freilich seit ihrer Empfehlung im Jahre 1884 nie ohne gefährliche Gegner geblieben ist, droht unter dem Einfluss der auch auf geistigem Gebiet unermüdlichen Auslese ein naher Untergang. Ist er eingetreten, dann wird eine ausgedehnte Umarbeitung anscheinend längst erledigter Gegenstände dringend notwendig. Welches sind die Gebrechen, die man der Frankfurter Verständigung entgegenhält? Welches die neuen Wege, die an die Stelle jener zu treten berufen sind?

Unter der Frankfurter Horizontalen versteht man bekanntlich jene Ebene, welche bestimmt wird durch zwei Gerade, die beiderseits den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über der Mitte der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des äusseren Gehörgangs verbinden.

Der eine, der Frankfurter Horizontalen gemachte Tadel ruht auf *geometrischer* Grundlage. Eine Ebene wird durch drei, nicht aber durch vier Punkte bestimmt. Handelt es sich zwar bei der Frankfurter Horizontalen um vier Punkte, von welchen die beiden vorderen und die beiden hinteren je in symmetrischer Lage sich befinden, so ist doch erfahrungsgemäss der Schädel nie so vollkommen symmetrisch gebaut, dass nicht bei Anwendung jener Ebene mehr oder minder bedeutende Unmöglichkeiten entstehen müssen.

Ein zweiter Tadel ruht auf *morphologischer* Grundlage. Die

Frankfurter Horizontale geht jederseits von einem Punkte des Neurocranium aus und verbindet diesen mit einem Punkte des Splanchnocranium. Bei Untersuchungen besonders, die allein das Neurocranium zum Gegenstand haben, wird diese Vermischung beider Schädelgebiete unangenehm empfunden und kann vielleicht sogar zu wissenschaftlichen Irrtümern führen. Es liegt daher die Neigung vor, auch die vorderen Endpunkte der Ebene am Neurocranium zu suchen.

Beide Übelstände, den geometrischen und den morphologischen, vermeidet, und beide hieraus sich ergebenden Forderungen erfüllt die von *Rieger* vorgeschlagene, oder die *Würzburger* Horizontale. Sie hat folgende drei Bestimmungspunkte: die *Protuberantia occipitalis externa* und die höchsten Stellen der beiden *Margines supraorbitales*.

Die Begründung dieser Ebene ist gut. Ein besonders für ihre Annahme sprechender Umstand liegt darin, dass sie eine zwar nicht genaue, aber doch möglichst genaue Grenze anzeigt zwischen dem Grosshirn, welches oberhalb der Ebene, und dem Rautenhirn, welches unterhalb der Ebene seine Lage hat. Sie scheidet also den zugehörigen oberen Schädelraum von dem unteren mit brauchbarer Genauigkeit.

Aus diesem Grunde wird diese Ebene den Kampf ums Dasein bestehen und der Wissenschaft dauernd nützlich sein. Mehrere Anthropologen haben sie denn auch bereits angenommen; sie ist in jüngster Zeit besonders von Schwalbe warm empfohlen und durchgehends benützt worden. Schwalbe hat ihr noch eine *Medianlinie* beigefügt, die *Nasion-Inionlinie*, deren Wert für die Untersuchung von Medianschnitten des Schädels ebenso sicher begründet ist, wie der Wert jener Ebene.

Bei dieser Sachlage der Frankfurter Ebene gedenkend, darf ich es nicht unterlassen, ihr in einem der beiden oben erwähnten Punkte des Tadels zu Hilfe zu kommen und so eine Art Ehrenrettung der Frankfurter Ebene zu bewirken. Der geometrische Tadel ist nicht ganz zu beseitigen, wohl aber der morphologische.

Die *Infraorbitalränder*, deren sich die Frankfurter Ebene bedient, sind auch mit Bezug auf das Neurocranium keine so unbedingt verwerflichen Stellen, als es scheint. Sie können sehr wohl die Geltung beanspruchen, nicht allein die obere Grenze des Splanchnocranium, sondern auch die untere Grenze des Neurocranium im frontalen Gebiete darzustellen. Gerade der genetische Standpunkt bringt die erforder-

liche Stütze dieser Anschauung herbei. Ist es nicht allgemein bekannt, dass das Auge nicht nur ein Sinnesorgan, sondern auch ein *Hirnteil* ist? Wohl ist dieser Hirnteil durch das Dach der Orbita vom übrigen Hirn geschieden worden; aber diese für das Auge und das Stirnhirn gleich notwendige Scheidung ändert im Wesen nichts. Rechnet man also die Augen zum Gehirn, so ist die untere Grenze des um die Augen vergrößerten Gehirns die Orbitalplatte des Oberkiefers. So kommt der Margo infraorbitalis, auch soweit er vom Zygomaticum gebildet wird, wieder zu einigem Recht und könnte immer noch als brauchbar angesehen werden.

Die beiden Ohrpunkte allerdings bringen die Angelegenheit der Frankfurter Ebene wieder in einige Gefahr. Wie aber, wenn man die Ohrpunkte aufgeben und statt ihrer das *Inion* einsetzen würde? Das gäbe eine gar nicht ungeeignete Ebene ab. Doch es ist anzunehmen, dass, wer einmal die hinteren Punkte der Frankfurter Ebene aufzugeben sich entschliessen kann, an den vorderen nicht allzu fest hängen wird. Er wird vermutlich entweder alle vier Punkte der Frankfurter Ebene beibehalten oder verwerfen und im letzten Fall sich wohl der Würzburger Horizontalen zuwenden.

Ist denn aber die Würzburger Horizontale ganz einwandfrei? Sie ist es nicht. Denn sie geht von einem intermediären Punkte des Schädeldgewölbes aus (*Inion*) und führt durch zwei Grenzpunkte zwischen dem Gewölbe und der fortgesetzten Basis des Neurocranium. Deutlicher wird dies Verhältnis noch bei der Berücksichtigung der entsprechenden Medianlinie Nasion-Inion, die ebenso beurteilt werden muss.

Dies hindert aber nicht, die Würzburger Ebene und die zugehörige Medianlinie aus den oben angegebenen Gründen für eine wichtige, nie dem Untergang geweihte Ebene und Linie aufzufassen. Dennoch würde man zu weit gehen, wenn man sie als die für die Untersuchung des Neurocranium vor allem maassgebenden und für alle an ihm zu lösenden Aufgaben verwendbaren Elemente betrachten wollte. Beide Elemente sind vielmehr da am Platze, wohin sie gehören; sie lassen aber im Stich, wenn sie da verwendet werden, wo sie nicht am Platze sind. Hierüber wird erst an späterer Stelle Ausführlicheres mitzuteilen und beweisendes Tatsachenmaterial vorzulegen sein.

Aber gibt es denn noch eine Ebene und gibt es eine Linie,

welche berechtigt sein könnte, in der Zukunft eine bedeutendere Rolle als sie zu spielen?

Eine solche Linie und eine solche Ebene gibt es in der Tat. Wir brauchen bloss (für bestimmte Aufgaben) das Inion des Schädelsgewölbes zu verlassen und den hinteren entscheidenden Punkt an die Schädelbasis, an das *Basion* von Broca zu verlegen, so ist die *Ebene* bereits gewonnen. Was aber die *Linie* betrifft, so zieht sie vom Basion zum Nasion hinauf. Jenes ist die basale Ebene, diese die basale Linie. Die hier vorgeschlagene basale Ebene, in ihrer Lage bestimmt durch das Basion und die höchsten Punkte der Margines supraorbitales dexter und sinister, will zwar nicht als *horizontale* Ebene Geltung beanspruchen, aber sie will gleich der Nasion-Basionlinie, die *Basis des Schädels* wieder mehr zu Ehren bringen, als es in der Kranio-metrie zur Zeit geschieht.

Die Begründung meines Vorschlages ist nicht schwer. Ob man die Schädelbasis vom vergleichend-anatomischen oder vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus untersucht, so ist sie mit ihrem chordalen und prächordalen Teil auf jeder Altersstufe und bei jeder Tierart an morphologischer Bedeutung mit dem Schädelsgewölbe nicht allein gleichwertig, sondern diesem an Rang weit überlegen. Der Einfluss, welchen der wachsende Schädelgrund auf das wachsende Schädelsgewölbe ausübt, ist immer noch bedeutender als der umgekehrte Einfluss, den das wachsende Schädelsgewölbe auf den Schädelgrund auszuüben vermag. Wir haben daher alle Ursache, der Schädelbasis in der Kranio-metrie nicht eine Nebenrolle anzuweisen, sondern eine führende. Nur eine Verkehrung der Tatsachen kann dazu verleiten, dem Schädelsgewölbe die Führung zu übergeben. Ebenso unangebracht wäre es andrerseits, dem Schädelsgewölbe den ihm zukommenden Wert

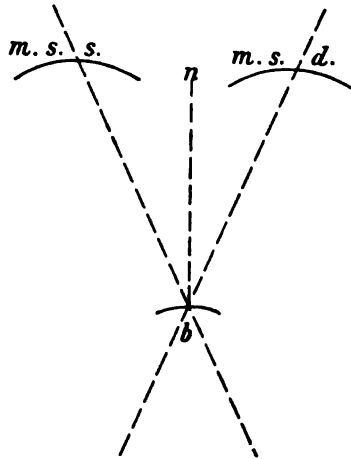


Fig. 1.

Schema der äusseren *Basal-Ebene* (Planum basale externum); *b* Basion; *mss*, *msd* = Margines supraorbitales sinister und dexter; oberster Punkt = Punctum supraorbitale. *nb* Medianlinie zur Basal-Ebene = Nasion-Basionlinie.

zu verkümmern. Man muss vielmehr beiden Teilen Gerechtigkeit widerfahren lassen, der Peripherie und dem Centrum, dem Gewölbobogen und der Basis, die ihn trägt.

Die basale Ebene und Linie werden überall da ihre richtige Verwendung finden, wo es sich um Dinge handelt, die den ganzen Schädel oder das ganze Neurocranium angehen. Die Würzburger Ebene und Linie dagegen werden mit Vorteil in solchen Angelegenheiten verwendet werden, bei denen es sich um Teilgebiete handelt, vor allem also um den Raum für das Grosshirn. Aber sie können selbst hier ihre Geltung verlieren, und zwar dann, wenn der Grosshirnraum und sein deckender Schädelteil auf den angrenzenden Gewölbeteil form- und lageverändernd einwirkt. Wir werden im weiteren Verlaufe dieser Untersuchung ein sehr eindrucksvolles Beispiel dieser Art kennen zu lernen haben.

Gleich an dieser Stelle muss aber bemerkt werden, dass eine einzige basale Linie nicht einmal genügt. Man darf sich nur an die Aufgaben der *inneren* Untersuchung des Schädels, d. i. der Schädelhöhle, erinnern, um sofort diesen Mangel zu empfinden. Die innere Untersuchung zwingt unwiderstehlich zur Aufstellung mindestens einer inneren basalen *Linie*, während eine innere basale *Ebene* eher entbehrt werden kann. Läge aber auch dieses Bedürfnis vor, so müsste diese Ebene in der Weise symmetrisch gelagert werden, dass die innere mediane Linie median in ihr verlief.

Als innere basale Linie ergibt sich bei der Betrachtung der Schädelhöhle und eines Medianschnittes des Schädels ohne Zwang jene, welche das Foramen coecum (Typhlon) mit dem Basion verbindet. Das Basion ist hiernach beiden Linien und beiden Ebenen gemeinsam.

Von basalen Maasselementen sind hiernach im folgenden drei festgehalten:

1. Die (äussere) basale Ebene, Planum basale (externum), bestimmt durch die Schädelpunkte Basion, Puncta supraorbitalia dextrum et sinistrum;
2. die äussere Basallinie, Linea basalis externa, bestimmt durch das Nasion und das Basion;
3. die innere Basallinie, Linea basalis interna, bestimmt durch das Typhlon (For. coecum) und das Basion. —

Anmerkung. Durch fortgesetztes Suchen habe ich in jüngster Zeit ein Päckchen Karten aufgefunden, aus welchen sich bereits ergibt, dass eine frühere Untersuchung des fraglichen Schädels zugleich mit einer Anzahl anderer stattgefunden hat. Eine Veröffentlichung jedoch ist unterblieben.

Über die fünf Schädel aus Kegel geben jene Karten folgende willkommene Auskunft, die ich auf Grundlage der Karten zusammengestellt habe:

Die fünf Gräberschädel aus Kegel.

Nummer	Volk	Geschlecht	Alter	Kapazität	Circumferenz	Gerade Länge	Länge II	Breite		Höhe	Stirnbogen	Scheitlbogen	Hinterhauptsbogen	Gesamtbogen	Querbogen	Vorderhauptslänge	Hinterhauptslänge	Mastoidabreite	For. occipit. magnum		Ganmen		Gesicht			Orbita		Jochbreite	Nase		Nasenwurzelbr.	Oberkiefer	Länge
								grösste	kleinste										Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge		Breite	Länge			
19	Este?	m	50?	1840	516	181	179	143	94	135	130	120	121	371	313	94	81	141	82,5	26	47	37	—	110	29	38	135	50	22,5	22	71	53	
20	Este?	m	40 50	1700	558	196	201	152	101	140	140	145	126	411	334	91	103	133	36	33	45	38	—	108	33	40	133,5	50	25	24	65	48	
21	Este?	m	40 50	1530	532	185	186	145	105	136	128	130	127	385	328	95	82	129	34	28	46	34	—	115	31	39	130	52	25	26	69	59	
22	Este?	m	40 50	1420	520	185	178	140	90	136	128	122	118	368	305	85	98	129	34	29	51	34	—	108	33	40	132	56	23	20	73	59	
23	Este?	m	35 45	1320	524	187	173	138	91	134	123	127	117	367	306	87	96	131	34,5	31	51	34	—	110	32	38	131	51	20	19	75	—	

Der *letzte* aus dieser Reihe, mit Nr. 23 bezeichnet (die Nummer ist auf Tafel I, Fig. 1 erkennbar), ist der Gegenstand unserer Untersuchung. Der mit Nr. 22 bezeichnete bekundet in Längenbreiten- und Längenhöhen-Index formale Verwandtschaft mit ihm; es ist derselbe Schädel, dessen Stirn zugleich ein wenig zurückgelegt und niedrig erscheint und der auf beiden Seiten an Stelle eines Angulus sphenoidalis des Seitenwandbeins einen Processus sphenoidalis besitzt; aber nur linkerseits ist zugleich eine Stufenbildung in der Sutura coronalis ausgebildet; rechterseits ist die Stufe durch einen bogenförmigen Übergang ersetzt.

I. Äussere Untersuchung des Schädels von Kegel.

1. Einzelne Knochen.

Occipitale.

Der Körper des Hinterhauptbeins ist mit dem des Keilbeins knöchern verbunden. Die Seitenflächen des Körpers zeigen ungewöhnlich scharf begrenzte und vertiefte raue Flächen zur Aufnahme der Bandmassen der Syndesmosis petro-occipitalis, so dass man sehr wohl jederseits eine Facies petro-occipitalis unterscheiden kann, welche mit der entsprechenden, ebenfalls scharf begrenzten Verbindungsfläche der Pars petrosa eine grosse, lateral-vorwärts konkave Kluft, Fossa petro-occipitalis, herstellt. Erst ihr tiefster, an die Innenflächen beider Nachbarknochen reichender Grund lässt die Bezeichnung Fissura petro-occipitalis als passend erscheinen. Die Fossa postcondyloidea der Pars lateralis dextra ist flach, ohne Canalis condyloideus; diejenige der sinistra ist etwas tiefer, ihr Grund gegen die Schädelhöhle an einer kleinen Stelle offen, nach vorn hin in eine von einem medialen rauhen Wulst überragte Furche ausgezogen. Das vordere Ende der Furche dringt hinter der Incisura jugularis in einen senkrecht aufsteigenden ansehnlichen Venengang ein, der in der Incisura jugularis mündet. Die dünne Rinde der Pars lateralis sinistra ist in der lateralen Umgebung der Gelenkfläche des Condylus entfernt, so dass die Spongiosa zu Tage tritt. Ebenso verhält es sich in der medialen Umgebung beider Condylen.

An der Aussenfläche der Squama occipitalis sind drei Nackenlinien vorhanden. Die Linea nuchae superior ist in ihrer medialen Hälfte ein ansehnlicher, hinten scharf begrenzter, 5 mm breiter, 1,5 bis 2 mm hoher Wulst, dessen Konvexität sich nach oben wendet. Lateralwärts flacht sich der Wulst rasch ab und ist schliesslich nur als Linie angedeutet.

Das die beiden Lineae superiores verbindende Inion ist kräftig ausgebildet, gegen 5 mm hoch, an seinem unteren Abhang mit kleinen Höckern ausgestattet. Der obere Abhang läuft in eine flache, in der Mitte 2 mm tiefe, halbmondförmige Grube, Lunula occipitalis, aus, an deren oberem Ende, 12 mm aufwärts von der stumpfen Spitze des Inion, ein zweites, kleineres Inion sich zu erheben beginnt. Die von ihm ausgehende

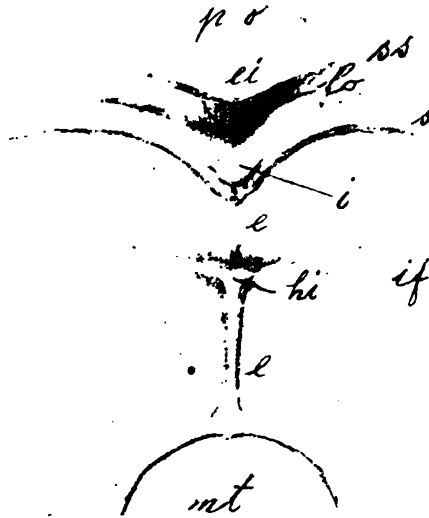


Fig. 2.

Aussenfläche der Squama occipitalis des Schädels von Kegel. Halbschematisch. *mt* Foramen occipitale magnum = Megatrema; *ee* Crista occipitalis externa; *i* Inion = Protuberantia occipitalis externa; *ei* Epi-Inion; *hi* Hypo-Inion = Tuberculum linearum von Henle; *l* Lunula occipitalis, halbmondförmige Grube der Squama occipitalis; *po* Beginn des Planum occipitale; *ss* Linea nuchae suprema; *s* Linea nuchae superior; *if* Linea nuchae inferior.

schwache Linea nuchae suprema verstreicht seitlich alsbald und ist überhaupt nur als obere Umrandung der Lunula occipitalis wahrnehmbar.

Die Linea nuchae inferior, 15 mm unter der superior gelegen, zeigt sich jederseits als eine Aneinanderreihung kleinerer und grösserer Höcker, kann aber in aufwärts konvexen Bögen bis in die Nähe des Temporale verfolgt werden. Die Mitte der Linea nuchae inferior erhebt sich zu einem dritten median gelagerten Höcker, dem Tuberculum

linearum von Henle. Abwärts vom Tuberculum linearum zieht der untere, stärker erhabene Teil der Crista occipitalis externa, um flach in der Nähe des hinteren Randes des Foramen occipitale magnum auszulaufen. Die obere, zugleich kürzere Hälfte der Crista occipitalis externa ist sehr niedrig und steigt erst in der Nähe des Inion etwas auf, an welchem sie endet.

Das Tuberculum linearum von Henle befindet sich 24 mm hinter dem hinteren Rande des Foramen occipitale magnum. Von ihm ist die Spitze des Inion 18 mm entfernt, während der oberste der medianen Höcker, das Tuberculum linearum von Merkel, dem Inion in 14 mm Entfernung folgt.

Vom hinteren Rande des Foramen occipitale magnum sind demnach die drei medianen Höcker entfernt:

das Tuberculum linearum von Henle = 24 mm;

das Inion von Broca = 42 „

das Tuberculum linearum von Merkel = 56 „ .

Die einzelnen *Muskelfelder* des Planum nuchale, das sich zwischen den Nackenlinien und dem grossen Hinterhauptloche ausdehnt, zeichnen sich, jedes in seiner Art, aber in symmetrischer Weise, durch eine teils feinere, teils gröbere Modellierung aus, deren genauere Beschreibung zu weit führen würde. Nicht an allen Schädeln trägt bekanntlich die Squama occipitalis drei mediane Tubercula. Häufig sind ihrer nur zwei vorhanden, indem die beiden oberen zusammenfliessen oder das obere fehlt. In anderen Fällen ist gerade das obere Tuberculum das stärkste von allen.

Tubercula linearum sind der Wortbedeutung nach alle drei, Protuberantiae occipitales externae auch. Folglich ist es angezeigt, andere Namen zu wählen, wobei am besten an *Brocas* Bezeichnung *Inion* für die Protuberantia occipitalis externa angeknüpft werden kann.

Nimmt man den Namen *Inion* für die Protuberantia occipitalis externa an, so liegt es nahe, für den obersten Medianhöcker die Bezeichnung *Epi-Inion* zu wählen; der unterste aber ist dann *Hypo-Inion* zu nennen; s. Fig. 2.

Da wir einmal bei den Namen sind und der Name Inion bei den Anthropologen ohnedies sich bereits eingebürgert hat, so kann man

daran denken, auch den schleppenden Ausdruck Foramen occipitale magnum durch einen kürzeren zu ersetzen. Eine solche kurze Bezeichnung wäre etwa Megatrema, noch kürzer Trema.

Dass alle die genannten Linien und Tubercula zu den *Aussenwerken* des Schädels gehören, zumal auch das *Inion*, hat bereits Erwähnung gefunden; ebenso, dass auch die Condyli occipitales zu den Aussenwerken gerechnet werden müssen. Ohne Aussenwerke ist die Squama occipitalis eine sehr einfach gestaltete Schale.

Bei der Betrachtung der äusseren Oberfläche des Occipitale ist weiter nichts Auffälliges an diesem Knochen zu bemerken. Erst nach geschehener medianer Zerlegung des Schädels in seine beiden Hälften stellte es sich aber heraus, dass dennoch eine Besonderheit an ihm vorhanden ist, welche an der Gestaltung sowohl der inneren als äusseren Form des Corpus occipitale Anteil nimmt. Tafelfiguren 4, 5, 6, 10, 11, 12.

Es zeigte sich nämlich am Medianschnitt, dass die Oberfläche des Clivus (Blumenbachi) nicht in gleichmässig leicht konkavem Gang vom Dorsum sellae rück-abwärts zum Foramen occipitale magnum zieht, sondern dass wenig oberhalb des Foramen der Clivus eine Stufe bildet, mittels welcher er seine Richtung plötzlich ändert, einen vorwärts leicht konkaven kleinen Bogen macht, um nach einem am Medianschnitt gemessenen Verlauf von 5 mm den vorderen Rand des Foramen occipitale zu erreichen und ihn zu bilden. Infolgedessen wird der unterste Teil des Corpus occipitale in der gleichen Längenausdehnung plötzlich zu einer Platte von 2 mm Dicke verdünnt, während er oberhalb der Stufe noch eine Dicke von 5 mm besessen hatte.

Was ist es mit dieser 2 mm dünnen, wenn auch sehr starken — sie besteht auf dem Medianschnitt rein aus kompakter Knochen-substanz —, nach vorn leicht konvexen Platte? Sie ist nicht etwa nur ein medianer Fortsatz des vorderen Randes des Foramen magnum, sondern wie gesagt eine Platte, welche seitlich in den Condylus occipitalis übergeht, dabei an Länge etwas zunimmt und mit leicht konkavem, von vorn aus zugeshärftem, dem Foramen magnum angehörigem, freiem Rand endigt. Der freie Rand zeigt infolge der Zuschärfung zwei Lippen, eine scharfe, welche in den *medialen* Rand des Condylus occipitalis übergeht und so die vordere Begrenzung des Foramen

magnum übernimmt; und eine stumpfe, untere, äussere Lippe, welche in den *lateralen* Rand des Condylus occipitalis, zunächst in die mediale Begrenzung der Facies articularis des Condylus sich fortsetzt.

Wo die Platte in die Substanz des Condylus übergeht, beginnt jene rauhe grosse mediale Fläche des Condylus, die zur Einpflanzung von Bändern dient, vor allem des Ligamentum alare; aber auch zwischen der inneren und äusseren Lippe unserer anormalen Platte befindet sich bereits rauhe Fläche zur Insertion von Bandmassen; man hat hier an die Insertion des Ligamentum apicis dentis zunächst zu denken.

Eine Gelenkfläche oder etwas einer solchen Ähnliches besitzt die Platte nicht, weder am freien Rand, noch an der Aussenfläche, welche ganz die Beschaffenheit der unteren Fläche des Corpus occipitale besitzt. Dies ist mit Rücksicht auf anderweitig beobachtete Vorkommnisse zu betonen. Es wurde schon erwähnt, dass die Platte im Medianschnitt ganz aus kompakter Substanz besteht. Sie ist nichts anderes als eine unmittelbare Fortsetzung der in unserem Falle mächtigen äusseren Compacta des Corpus occipitale.

Vom unteren Teil der Oberfläche des Clivus ist noch folgendes zu beachten. Eine vorwärts konvexe Furche setzt den unteren, der Platte angehörigen, accessorischen Teil der Oberfläche des Clivus vom oberen Hauptteil des Clivus ab. Diese Furche, Sulcus transversus clivi, erstreckt sich jedoch über das Bereich der Platte hinaus lateralwärts fort und endigt, indem sie allmählich verstreicht, zwischen dem Tuberculum jugulare und dem Eingang in den Canalis hypoglossi. Es ist hier, der Einfachheit wegen, Furche genannt, was eigentlich nur Wirkung der Stufenbildung ist. Die abwärts vom Sulcus gelegene Oberfläche des accessorischen Teiles des Clivus ist uneben und rauh und diente offenbar zur Insertion von Bandmassen, vermutlich der Membrana tectoria.

So verhält es sich an der linken Schädelhälfte. An der rechten liegen im wesentlichen die gleichen Verhältnisse vor. Doch sieht man hier deutlicher die Beziehung der Compacta des Clivus und der Compacta der Aussenfläche des Corpus occipitale zu unserer Platte. Auch auf diesem Medianschnitt, der durch eine von der Säge zerstörte

Knochenmasse von 1 mm Dicke von dem Medianschnitt der anderen Schädelhälfte getrennt ist, besteht die Platte ganz aus kompakter Knochensubstanz. Auch hier setzt sich die mächtige Compacta der Aussenfläche des Corpus occipitale ununterbrochen in die Compacta der Platte fort. Aber man erkennt zugleich, dass die ebenfalls ansehnliche Compacta des Clivus in der Gegend der auch hier vorhandenen Stufe, ohne sich zu verdünnen, einen raschen Bogen nach unten vorn beschreibt und mit der Compacta der Platte einfach verschmilzt. Die Spongiosa des Corpus occipitale erhält dadurch einen vollkommener ausgeprägten Abschluss nach unten, als es auf der anderen Hälfte erscheint. Eben darum macht sich die Stelle der Stufe mehr als das eigentliche hintere Ende des Clivus und des Corpus occipitale geltend, die feste Platte aber mehr als ein Anhangsgebilde. Der Sulcus clivi transversus fehlt auch auf dieser Schädelhälfte nicht, doch hört er in seinem lateralen Zuge etwas früher und plötzlicher auf. So verhält sich die rechte Hälfte der uns beschäftigenden Platte.

Aber was hat sie, die den Namen einer *Crista occipitalis anterior* verdient, als *Ganzes* für eine Bedeutung? Ist sie ein genetisch zur Schädelbasis, zunächst zum Corpus occipitale gehöriges Gebilde? Ein nur in seiner Dicke verjüngter Teil des Corpus occipitale? Oder ein verknöchelter Teil von basalen, occipito-vertebralen *Bändern*? Oder greift ein *Ossiculum infraoccipitale* komplizierend in die Gestaltung der Schädelbasis ein?

Es würde zu weit führen, die morphologische Seite dieser verwickelten Angelegenheit in ihrer ganzen Ausdehnung dem Leser hier vorzuführen.¹⁾ Aber ich kann nicht umhin, die Ansicht zu äussern, es könne sich im vorliegenden Fall sehr wohl um das Eingreifen eines mit der Umgebung nachträglich verschmolzenen Ossiculum infraoccipitale handeln, ohne dass gleichzeitige Veränderungen am Bandapparat ausgeschlossen werden.

¹⁾ Auf zwei neuere Arbeiten über das schon von Meckel d. Ä. untersuchte Vorkommen von Fortsätzen am Clivus sei hier aufmerksam gemacht:

J. Kalenscher, Über den sogenannten dritten Gelenkhöcker und die accessorigen Höcker des Hinterhauptbeins. Königsberg 1903.

M. Misch, Beiträge zur Kenntnis der Gelenkfortsätze des menschlichen Hinterhauptes und der Varietäten in ihrem Bereiche. Berlin 1905.

Wenn aber die Dinge so liegen, wie haben wir uns zur Bewältigung unserer Aufgabe mit ihnen abzufinden? Durch die *Gegenwart* der Crista occipitalis anterior nimmt die Schädelbasis um 5 mm an Länge zu, der Längsdurchmesser des Foramen occipitale magnum um 5 mm an Grösse ab. Durch den *Wegfall* der Crista dagegen wird es umgekehrt; die Länge der Schädelbasis wird um 5 mm kürzer, die Länge des Foramen magnum um 5 mm grösser.

Darf man für die vorliegende Aufgabe, für deren Erledigung eine reine ungestörte Schädelbasis ein wichtiges Erfordernis, die Crista ohne weiteres ausschalten und das hintere Ende der Schädelbasis an die Stelle des Sulcus clivi transversus legen? Ich halte es für gewagt, so zu verfahren. Am besten also, es geschieht zweierlei; die Schädelbasis wird zuerst so behandelt, wie sie vorliegt, mit Crista occipitalis; dann aber wird die Crista ausgeschaltet und die Schädelbasis ohne sie untersucht.

Merkwürdiger-, aber nicht unerwünschterweise besitzt ein zweiter, wohlgeformter, mit schöner Stirnwölbung versehener Schädel, welcher uns in der Folge öfter zur Vergleichung dienen wird, ebenfalls eine Crista occipitalis, aber keine *anterior*, sondern eine *posterior*. Auch in diesem Falle liegt kein medianer Fortsatz vor, sondern eine ganz in der Fortsetzung des Clivus liegende Leiste mit scharfem freiem Rand, der aufwärts sanft konkav ist, das Foramen magnum vorn begrenzt und lateral in den Condylus occipitalis übergeht, wobei die Schärfe des Randes sich allmählich vermindert. Gegen die *Aussenfläche* des Corpus occipitale setzt sich die aus kompakter Substanz bestehende Crista occipitalis posterior so fort, dass sie nach einem Verlauf von 2 mm ihre steile Richtung in eine schräge verändert, die wesentlich nach *unten* gewendet ist. Diese Schrägfläche hat eine Länge von 7 mm. Vor einem kleinen Vorsprung der Compacta angelangt, ändert die Schrägfläche ihre Richtung in eine steiler aufsteigende, die dem Hauptteil des Corpus occipitale angehört. Hier ist die kompakte Aussenrinde des Corpus kräftig entwickelt, wenn auch dünner, als am Schädel von Kegel. Im Bereich der schrägen Verbindungsfläche von 7 mm Länge vermindert sich die kompakte Rinde beträchtlich. Die Rinde des Clivus ist in der oberen Hälfte sehr dünn, verstärkt sich aber im

Absteigen etwas und setzt sich wie gesagt in die kompakte Substanz der Crista occipitalis posterior fort. Tafelfiguren 10, 11, 12.

Diese Leiste ist ohne Zweifel gleicher Abkunft wie die, welche *M. Misch* in seiner zitierten, unter *Waldeyers* Leitung ausgeführten Arbeit mit dem Namen Spina ligamenti suspensorii bezeichnet, da sie dem Ligamentum apicis dentis zur Insertion dient und einem verknöcherten Teil dieses Bandes den Ursprung zu verdanken scheint.

Für unsere Aufgabe ist mit dieser hinteren Leiste des Schädels der Norm ebenso zu verfahren, wie mit der vorderen Leiste des Schädels von Kegel.

Sphenoidale.

Über die Sinus sphenoidales s. unten: Sinus nasales.

Die Crista infratemporalis zeigt ungewöhnlich starke Ausbuchtung und bildet beiderseits eine schneidend scharfe Platte, die sich im Tuberculum spinosum zu ihrer grössten Höhe (10 mm) erhebt. Von der Spitze des Tuberculum spinosum zieht eine scharfe Leiste gegen den vorderen Rand der Lamina externa processus pterygoidei herab. Die Fossa infratemporalis erhält durch diese Leistenbildung einen hochragenden vorderen-medialen und vorderen-lateralen Abschluss und gewinnt dadurch auch neue Ursprungsflächen für die hier gelegenen Teile des äusseren Flügelmuskels.

Der hintere Rand der Lamina externa processus pterygoidei springt in der oberen Hälfte weit nach hinten und unten vor, was ebenso beurteilt werden kann. Er trägt zugleich eine besondere Zacke zur Aufnahme des Ligamentum pterygospinosum.

Temporalia.

Forus caroticus externus und Canalis caroticus sind etwas enger als gewöhnlich. Dies scheint von der Ferne bereits auf eine geringere Entfaltung der vorderen Teile des Grosshirns hinzuweisen.

Der Processus zygomaticus ist dagegen beiderseits kräftig ausgebildet. Das Tuberculum articulare zeigt sich von einer Seite zur anderen ungewöhnlich konkav. Die Crista supramastoidea ist jederseits stark ausgebildet.

Squama temporalis dextra und sinistra haben sich von dem unterliegenden Teil des Parietale etwas abgehoben, mehr die dextra als

die sinistra. Ebenso klappt das Ende des rechten Jochfortsatzes durch eine Spalte von beinahe 3 mm vom Schläfenfortsatz des Jochbeins. Auch die Sutura occipito-mastoidea dextra hat sich zu einer Spalte von 1 mm Breite erweitert. Nicht durch Fall sind diese Spalten offenbar entstanden, sondern durch Austrocknung. Vielleicht lag der Schädel lange Zeit in feuchtem Dünensand und hat später durch Austrocknung die Spalten erlitten. Für die Volummessung der Schädelhöhle geht hieraus, da die in Betracht kommenden Spalten nicht gross und nicht zahlreich sind, kaum eine beachtenswerte Fehlerquelle hervor.

Parietalia.

Die Tubera parietalia sind schwach ausgeprägt. Die vordere Hälfte des Margo sagittalis steigt gegen den gleichen Rand des gegenseitigen Parietale leicht an, so dass hierdurch eine niedrige Crista interparietalis mediana zu stande kommt. Der Angulus frontalis ist stumpf und schliesst einen Winkel ein von etwa 110° ; der Angulus sphenoidalis dagegen zeigt ungewöhnliche Länge und führt dadurch Besonderheiten in der Bahn des Margo coronalis des Stirnbeins herbei, auf welche später einzugehen sein wird. Beide Foramina parietalia sind vorhanden, von mittlerem Durchmesser, durchgängig, 13 mm voneinander entfernt, 33 mm vom Lambda.

Frontale.

Von allen Knochen des Schädels von Kegel weist das Stirnbein die grössten Besonderheiten auf, nämlich starke Neigung nach hinten-unten und mächtige Augenbrauenwülste. Von der Neigung wird eine besondere Stelle handeln; hier sind die übrigen Verhältnisse zu betrachten.

Der Margo supraorbitalis dexter und sinister trägt eine langgestreckte, flache Incisura supraorbitalis, mit Andeutung eines lateralen begrenzenden Fortsatzes. Der Jochfortsatz ist stark, springt lateralwärts beträchtlich vor und entwickelt eine ansehnliche Crista temporalis. Diese steigt nur wenig auf, wendet sich dagegen rasch median-rückwärts und zeigt schon anfänglich eine Zweiteilung in die Linea temporalis superior und inferior. Die mediale Einziehung der Crista hat einen höchsten Betrag von 9 mm. Vom nächsten Punkte der Mediaue des Stirnbeins ist die Stelle der stärksten Einziehung 49 mm entfernt.

Von den übrigen Verhältnissen der beiden Lineae temporales wird an späterer Stelle (S. 79) die Rede sein.

Im mittleren Teil ihrer Länge zeigt die Facies frontalis der Stirnbeinschuppe eine sehr flache Crista mediana; diese verstreicht aber völlig im vorderen (unteren) und hinteren Gebiete der Schuppe.

Die Tubera frontalia sind sehr flach, kaum sichtbar, leichter fühlbar und gegen 50 mm voneinander, 36 mm von der nächsten Stelle des Margo supraorbitalis entfernt.

Mit der Mediane des Stirnbeins macht die Bahn des anschliessenden Teiles des Margo coronalis einen spitzen Winkel von 70° ; hiernach ist die Squama frontalis mit dem oberen Mittelteil ihres hinteren Randes beträchtlich nach hinten ausgezogen und dringt zwischen die schräg aneinanderweichenden vorderen Ränder der Parietalia ein. Der obere Teil des Margo coronalis der Squama frontalis, der sich so beträchtlich nach hinten wendet, hat jederseits die ansehnliche gerade Länge von 52 mm. Der vorn offene, stumpfe Winkel, welchen beide Linien einschliessen, hat dem Angegebenen zufolge den Wert von 140° . Der anstossende stumpfe Winkel des Angulus frontalis des Parietale hingegen hat den Wert von 110° .

Die Facies temporalis der Stirnbeinschuppe ist postorbital, ganz entsprechend der medialen Einziehung der Crista temporalis, stark eingeschnürt und im Gebiete der Einschnürung in sagittaler Richtung stark konkav. Unmittelbar hinter der Einschnürung wölbt sich die Fläche zunehmend stark auf, besonders linkerseits, und fällt sodann langsam gegen den hinteren Rand hin ab. Hieraus ist zu schliessen, dass das Individuum eine kräftig ausgebildete dritte Stirnwindung des Endhirns, besonders auf der linken Hemisphäre, besessen hat.

Betrachtet man die Facies temporalis der Squama frontalis in der Richtung von oben nach unten, so zeigt sich auch hier die Fläche konvex gestaltet, vor allem linkerseits. Diese Konvexität setzt sich noch eine Strecke weit auf den anschliessenden grossen Keilbeinflügel fort, um dann in das median-ab- und vorwärts abschüssige Feld dieses Flügels überzugehen, welches mit der früher betrachteten Crista infratemporalis unten abschliesst.

Aus dem Angegebenen geht bereits hervor, dass gerade in dieser

Gegend, oberhalb der *Crista infratemporalis*, der Schädel seine geringste Breite besitzen muss, und sei hier nur erwähnt, dass das vordere laterale Ende des Schläfenlappens dieser Stelle innen anliegt.

Wenden wir uns vom benachbarten grossen Keilbeinflügel wieder zum Stirnbein zurück, so haben wir die Aufmerksamkeit noch auf jene Gegend zu richten, deren Beschaffenheit dem Stirnbein von Kegel neben der Neigung der Schuppe den besonderen Charakter gibt; es ist die *Augenbrauengegend*.

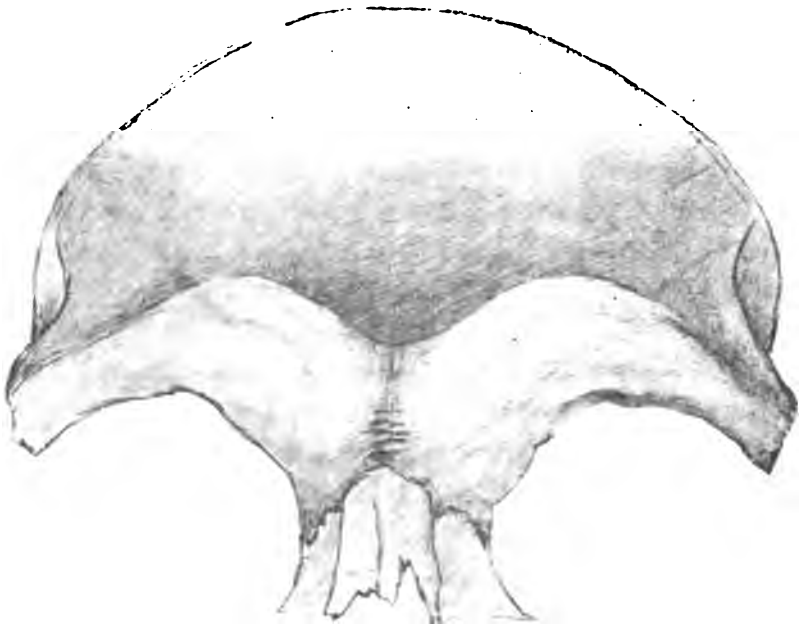


Fig. 3.

Stirn des Schädels von Kegel bei Beleuchtung von unten-vorn. Die beiden Arcus superciliares sind je aus einem lateralen und medialen Arm zusammengesetzt. Hell erscheint dabei der absteigende und Hochflächen-Teil eines jeden Arcus. Der aufsteigende Teil dagegen liegt im Schatten der Fossa supraglabellaris verborgen.

Der Arcus superciliaris des Kegerler Schädels durchzieht jederseits das untere Stirngebiet in Form eines aufwärts konvexen mächtigen Hügels, welcher in der Mediane sich mit dem der Gegenseite verbindet und die Glabella hervorbringt.

Die Glabella, am vorliegenden Schädel bei ihrem Beginn zwei Millimeter tiefer gelegen als die höchsten Erhebungen der beiden Arcus

superciliares, ist hiernach ein Wulst, dessen Konvexität nasalwärts gewendet ist, während die beiden Arcus ihren konvexen Bogen stirnwärts richten.

Die hervorragendsten Stellen der beiden Arcus liegen 35 mm auseinander. Jeder Arcus zeigt sich aus zwei Teilen zusammengesetzt, einem medialen und einem lateralen, welche in stumpfem Winkel von 130° aneinanderstossen und dadurch die höchste stumpfe Erhebung erzeugen. Der kürzere, aber hervorragendere *mediale Arm* des Arcus zeigt in seinem Verlauf nach vorn-unten zugleich eine sanfte obere Konkavität. Mit dieser erreicht er den ebenso gestalteten medialen Arm des Arcus der Gegenseite, zur Bildung der Glabella. Der aufwärts offene Winkel, in welchen die medialen Arme beider Arcus aufeinander-treffen, ist schön abgerundet, hat aber, von dieser Abrundung abgesehen, einen Wert von ebenfalls 130° .

Der *laterale Arm* des Arcus ist niedriger, aber länger als der *mediale*, nimmt die Richtung gegen den Arcus zygomaticus, verschmilzt mit dem Margo supraorbitalis und bildet mit ihm ein Ganzes. Beide Arme, zusammen mit dem Margo supraorbitalis können mit einer von Schwalbe herrührenden Bezeichnung Torus supraorbitalis genannt werden.

Man kann an jedem Arcus, und insbesondere am mächtigeren medialen Arm, drei Flächen unterscheiden (Figur 4):

- eine von oben herab gegen den Arcus *ansteigende Fläche*,
- eine den hervorragendsten Teil einnehmende *Hochfläche*,
- eine gegen die Nase und Orbitalmündung *absteigende Fläche*.

Die ansteigende Fläche beginnt da, wo die Stirnwölbung unten endigt; sie endigt selbst mit der Erreichung der durch eine glatte Beschaffenheit ausgezeichneten Hochfläche.

Die absteigende Fläche ist im medialen Arm sehr breit, um so stärker gewölbt, je weiter medianwärts sie vordringt, bis endlich das etwas flachere, leicht vertiefte und median gelagerte glabellare Gebiet erreicht ist.

Oberhalb der Sutura naso-frontalis sind in einer Länge von 13 mm, in einer Breite von 5 mm, die deutlichen Merkmale einer sekundären Stirnnaht sichtbar.

An der durch eine rauhere Oberfläche gekennzeichneten absteigenden Fläche des Arcus befindet sich eine Anzahl zerstreuter Grübchen, mehr auf der linken, als auf der rechten Seite. Eine teilweise zusammenhängende Reihe von Grübchen liegt am linken Arcus dicht an der Grenze der absteigenden gegen die Hochfläche.

Die absteigende Fläche des Arcus scheint nicht als Dachteil der Orbita aufgefasst werden zu können. Denn die benachbarte obere Orbitalwand ist durch eine besondere, stumpfe Biegung von der absteigenden Fläche des Arcus abgesetzt.

Wo der mediale Arm des Arcus mit dem lateralen sich verbindet, zieht sich ein flacher Wulst (Zwischenwulst) auf und ein wenig lateralwärts und erreicht das nur spurweise vorhandene, bereits erwähnte Tuber frontale. Lateral von diesem Wulste folgt eine ziemlich ebene, gegen den Processus zygomaticus hin leicht vertiefte Fläche, Planum laterale, welche mit der Crista temporalis abschliesst. Medial von dem Wulste dagegen liegt jene, von der mittleren Stirnwölbung oben, von dem Arcus superciliaris unten, von dem Zwischenwulste lateral begrenzte vertiefte Fläche, welche früherhin von manchen Glabella, gegenwärtig mit Schwalbe Fossa supraglabellaris genannt wird. Der Grund dieser Grube wird teils vom ansteigenden Teil der mittleren Stirnwölbung, teils von der ansteigenden Fläche der Arcus superciliares, teils von den ansteigenden Flächen der beiden Zwischenwülste gebildet.

Nimmt man den Zirkel zu Hilfe, so hat am Medianschnitt die ansteigende Fläche des Arcus 18 mm, die Hochfläche 5 mm, die absteigende Fläche 9 mm Längsausdehnung, welche mit der Breitenausdehnung des Arcus im Mediangebiete (gegen 33 mm) zusammenfällt.

An dieser Stelle darf ich es nicht unterlassen, den Leser zu orientieren über interessante hierhergehörige Befunde, welche vor einigen Jahren an *Schädeln von Affen* gemacht und mit menschlichen Befunden verglichen worden sind. In seiner Studie über *Pithecanthropus erectus* beschreibt Schwalbe die Supraorbitalgegend von *Cynocephalus mormon* und kommt zu folgenden wesentlichen Ergebnissen. Fig. 5.

Die vordere obere Fläche des Stirnbeins eines erwachsenen *Cynocephalus mormon* lässt sich in zwei Hauptgebiete sondern, eine Pars

supraorbitalis und eine Pars cerebralis. Die Grenze beider wird gebildet durch eine Einsenkung, Facies supraglabellaris, die sich lateral in eine seichte Furche, Sulcus supraciliaris, fortsetzt und mit einer sanft muldenförmigen Vertiefung endigt, der Impressio supraorbitalis.

An der Pars supraorbitalis lassen sich zwei Teile unterscheiden, ein *medialer*, der Arcus superciliaris, der in einem kleinen medialen Gebiet zugleich den oberen Rand der Orbita bildet, und ein *lateral*, Arcus supraorbitalis. Der Margo supraorbitalis besteht hiernach aus zwei Teilen, dem Arcus supraorbitalis und aus einem kleinen Teil des Arcus superciliaris. Beide werden durch eine Incisura supraorbitalis voneinander getrennt und diese Incisur lateral vom Processus supraorbitalis begrenzt. Von der Incisur lässt sich eine Rinne, Sulcus supraorbitalis, lateral-aufwärts verfolgen. Der Arcus superciliaris schiebt sich lateral hinter den Arcus supraorbitalis und verstreicht alsdann.

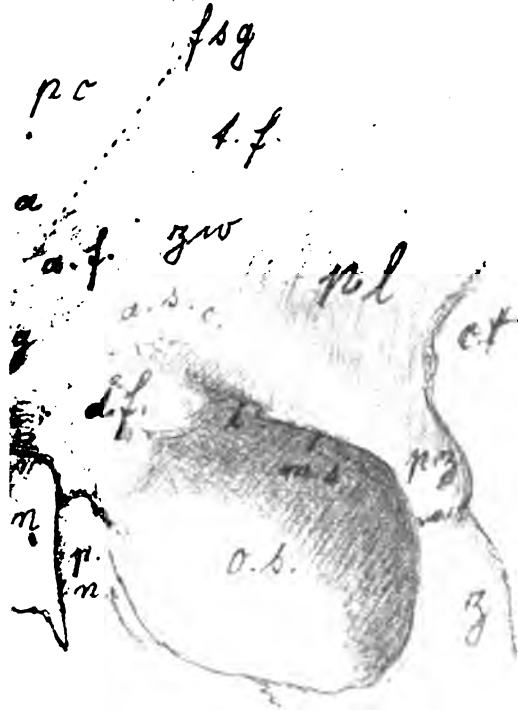


Fig. 4.

Regio supraorbitalis sinistra des Schädels von Kegel. *os* Orbita sinistra; *n* Nasale; *pn* Processus nasalis maxillae; *z* Zygomaticum; *pz* Processus zygomaticus; *g* Glabella; *fsg* Fossa supraglabellaris; *pc* Pars cerebralis des Stirnbeins; *a* Grenze zwischen *pc* und *fsg*; *tb* Tuber frontale; *zw* Zwischenwulst; *pl* Planum laterale; *ct* Crista temporalis; *af* aufsteigender Teil des Arcus superciliaris; *asc* dessen Hochfläche; *df* absteigender Teil; *i* Incisura supraorbitalis; zwischen *g* und Sutura nasofrontalis: sekundäre Stirnnaht; *ms* margo supraorbitalis.

Meist fließen bei den Affen der Arcus supraorbitalis und der Arcus superciliaris zu einem einzigen Wulst zusammen: Torus supra-

orbitalis. Die Wülste beider Seiten können medial über der Nasenwurzel zu einem gleich hohen Wulst vereinigt sein, oder es befindet sich an der Stelle dieser Glabella zwischen beiden Wülsten eine mediane Vertiefung, die rinnenförmig zum Nasenrücken führt, Sulcus glabellaris. In anderen Fällen verstreichen die Arcus superciliares in der Fossa supraglabellaris derart, dass von der Nasenwurzel bis zum Bregma eine einheitlich gewölbte Fläche vorliegt.

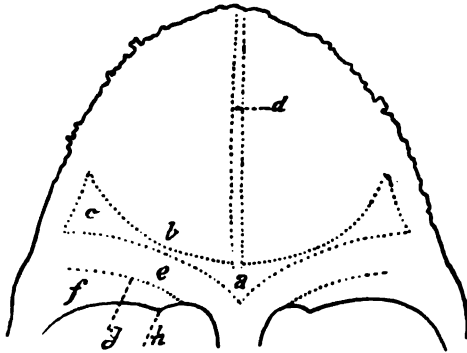


Fig. 5.

Linienschema des Reliefs der Aussenfläche des Stirnbeins von *Cynocephalus mormon*. *a* Fossa supraglabellaris; *b* Sulcus supraorbitalis; *c* Impressio supraorbitalis; *d* Crista frontalis mediana; *e* Arcus superciliaris; *f* Arcus supraorbitalis; *g* Sulcus supraorbitalis; *h* Processus supraorbitalis. *e* + *f* = Torus supraorbitalis. Nach *Schwalbe*.

Schwalbe vergleicht nun mit dem Stirnbein des *Cynocephalus* das des Menschen. Alle wesentlichen Teile finden sich wieder, nur in anderen Lageverhältnissen, infolge der Aufrichtung des Stirnbeins. Die bezüglichlichen Verhältnisse bei *Pithekanthropus* erinnern viel mehr an die bei den Affen vorkommenden Formen, als an die des Menschen. Am *Neanderthaler* Schädel findet sich eine ähnliche Abgrenzung der Pars supraorbitalis des Stirnbeins von der Pars cerebralis, wie bei *Pithekanthropus*. An der Pars

supraorbitalis aber lässt sich eine weitere Einteilung nicht wahrnehmen; der Arcus superciliaris ist mit dem Arcus supraorbitalis zu einem einheitlichen Torus supraorbitalis verschmolzen. Die Glabella behält das Niveau der zusammenstossenden Supraorbitalbogen bei. Ähnlich verhalten sich die beiden Schädel von *Spy*.

Ähnlich, doch nicht den ausserordentlichen Grad der Ausbildung der Supraorbitalgegend des Neanderthaler Schädels erreichend, verhält sich, wie hier hinzuzufügen ist, auch die Augenbrauengegend des Schädels von *Kegel*. Doch liegen auch wieder Besonderheiten an diesem vor; so, wie schon erwähnt worden ist, ein flacher Sulcus glabellaris medianus, trotz des Zusammenstossens der Arcus superciliares.

Conchae nasales.

Im Reich der Siebbeinlabyrinth hat die Säge schlimm gewütet, aber sie ist nicht ohne Entschuldigung; denn alle die dünnen Knochenblätter, mit welchen sie hier in Berührung kam, sind in hohem Grade brüchig gewesen. Einiges sonst Verborgene hat die Zertrümmerung jedoch an den Tag gelegt. Die rechte Schädelhälfte lässt eine wohlentwickelte Bulla ethmoidalis erkennen. Ebenso lässt sich wahrnehmen, dass der Zugang zu der früher erwähnten und in den Abbildungen sichtbaren grossen Cellula frontalis impar, die also mediane Lage hat, vom oberen vorderen Teil des rechten Labyrinthes ausgeht, linkerseits aber mit dem Sinus frontalis (sinister) durch eine vorn oben befindliche Öffnung in Verbindung tritt.

Die untere Muschel ist auf beiden Seiten vollständig erhalten, aber klein, niedrig, linkerseits fast ungewölbt und der lateralen Wand des Cavum nasi sinistrum nahe anliegend.

Linkerseits ist auch die obere und mittlere Muschel grossenteils erhalten; aus den erhaltenen Teilen aber ist zu sehen, dass auch sie eine sehr geringe Entfaltung besessen haben müssen. Der Processus uncinatus sinister ist in ganzer Ausdehnung erhalten, ebenfalls aber schwach entwickelt. Die mittlere Muschel ist so klein und niedrig, dass ihr freier vorderer und unterer unverletzter Rand den grösseren Teil des Processus uncinatus ganz unbedeckt lässt. Der ringsum unversehrte Eingang in den Sinus maxillaris sinister zeichnet sich daher durch beträchtliche Weite aus.

Die obere Muschel ist ungekerbt, eine Concha suprema also nicht vorhanden. Alle drei Meatus nasi sinistri sind unansehnlich und schmal.

Die geringe Ausbildungsstufe des so wichtigen Muschelapparates gab Veranlassung, die zentraleren Teile des Siebbeins einer aufmerksamen Prüfung zu unterwerfen. Der später folgenden inneren Betrachtung des Hirnschädels vorgreifend, erwähne ich, dass die Lamina cribrosa zwar kürzer ist als gewöhnlich, aber linker- und rechterseits wohlbeschaffene Foramina cribrosa trägt. Die Crista galli ist ganz rudimentär; ihr höchster Gipfel liegt in der Höhe des Foramen coecum; dieser entsendet daher die beiden, das ansehnliche Foramen coecum seitlich umgreifenden Processus alares. Der Körper der Crista galli

steht nicht median, sondern ist nach links hinübergebogen. Die Grube der Lamina cribrosa, die dem Bulbus olfactorius sinister zur Lagerstätte dient, wird infolgedessen von oben her verdeckt und dadurch fast abgeschlossen, dass der mediale Rand der Pars nasalis sinistra des Stirnbeins sich stark erhebt.

Zeigt das Siebbein also auch manche rudimentäre Verhältnisse, so musste doch die Vorstellung aufgegeben werden, von hier aus falle vielleicht ein Licht auf die Ursache der *Stirnneigung* des Individuum, als ob ihr eine mangelhafte Ausbildung des Riechlappens zu Grunde liegen könne.

Maxillae.

Die Maxilla dextra zeigt in der Wand der Fossa canina ein künstlich geschlagenes Loch, welches in den Sinus maxillaris führt.

Die vordere Wand der Alveolen aller Incisivi ist sehr dünn und fehlt teilweise ganz; sie fehlt auch in grosser Ausdehnung dem Alveolus des Angularis dexter.

Beiderseits sind gut ausgebildete Foveae praenasales vorhanden.

Die Maxilla dextra enthält von Zähnen oder unversehrten Alveolen: die Alveolen der beiden Incisivi, des Angularis, der beiden Praemolares. Molaris I und II sind erhalten; der erste zeigt starke, der zweite schwächere Abschleifung der Facies masticatoria. Der dritte Molaris ist nicht zum Durchbruch gelangt.

Die Maxilla sinistra enthält: die Alveolen beider Incisivi, des Angularis; die abgebrochene Wurzel des Praemolaris I, den Alveolus des Praemolaris II, alle drei Molares. Die Kauflächen der drei Molares sind zu Ebenen glatt abgeschliffen.

Keiner der vorhandenen Zähne geht über die gewöhnliche Grösse hinaus, im Gegenteil sinken sie eher unter die gewöhnliche Grösse herab. Zu beachten ist, dass, da die fehlenden Zähne erst postmortal verloren worden sind, das ganze Oberkiefergebiss im Besitze des Lebenden war. Dieser Zustand lässt auch für das Gebiss des fehlenden Unterkiefers günstige Annahmen zu. Es könnte sehr wohl sein, dass auch das Gebiss des Unterkiefers zur Zeit des Todes noch vollständig und bis zu gewissem Grade gesund war. Was die Nahrung betrifft, so scheint die Verfassung der Molares auf die Bewältigung haupt-

sächlich vegetabilischer Stoffe hinzuweisen. Auch hinsichtlich der Bestimmung des Lebensalters des Individuums fällt der gute Zustand der Zähne ins Gewicht.

2. Sinus nasales.

a) Sinus frontalis.

Beide *Sinus frontales* sind geräumig; dies zeigen schon die Figuren des Medianschnittes. Das Septum sinuum zieht schräg von rechts hinten nach links vorn, so dass der Sinus sinister sein mediales Ende auf der rechten Schädelhälfte findet. Unterhalb des Sinus sinister und dexter dehnt sich eine median gelagerte Cellula frontalis von ansehnlichem Umfang aus.

Beide Sinus erstrecken sich weit in den zugehörigen Arcus superciliaris hinein und scheinen ihn vorwärts zu wölben. Die vordere, dem Arcus anliegende Sinuswand ist übrigens dicker als die hintere, dem Cavum cranii zugewendete. Was Maasse betrifft, so hat der Sinus frontalis sinister 30 mm grösste seitliche Ausdehnung, 26 mm grösste Höhe, 10 mm Tiefe. Der Sinus dexter hat in der gleichen Reihenfolge folgende Durchmesser: 30, 25, 18 mm.

b) Sinus maxillaris.

Man sieht am halbierten Schädel durch die künstlich teilweise zerstörte laterale Wand der Cavitas nasalis dextra und sinistra in den geräumigen Sinus maxillaris dexter und sinister deutlich hinein und findet keine Abweichung vom normalen Verhalten.

c) Sinus sphenoidalis.

Der Sinus sphenoidalis sinister ist in gewöhnlicher Weise ausgebildet. Das Septum sinuum steht nahezu median. Der untere Mittelteil des Sinus buchtet sich jedoch zu einem Recessus lateralis aus, welcher auf die rechte Schädelseite hinüberdringt, ohne dort eine Öffnung zu besitzen. Die Tiefe, bis zu welcher er nach rechts vordringt, beträgt etwa 3 mm, die Wandstärke 0,5 mm. Seine Länge ist 11 mm, deren Richtung die sagittale; seine Höhe ist, gleichfalls ohne die Wandstärke gemessen, = 7 mm.

Nicht nur der Sinus sphenoidalis sinister aber entwickelt einen Recessus, sondern auch der Sinus dexter; dessen Recessus ist zugleich weit geräumiger, dringt in der Richtung der Lamina cribrosa des Siebbeins nach hinten, über die Grenze des Sphenoidale hinaus in den Anfangsteil des Körpers des Occipitale. Hier haben wir also einen Recessus occipitalis oder posterior des Sinus sphenoidalis vor uns. Er ist an beiden Schädelhälften gleich gut wahrnehmbar, doch liegt die geräumigere Hälfte des Recessus occipitalis linkerseits. Der linke Sinus sphenoidalis bildet hiernach den Recessus lateralis s. dexter; der rechte Sinus sphenoidalis dagegen bildet den Recessus posterior s. sinister. Beide Recessus umgreifen sich hiernach, der rechte den linken von unten her, der linke den rechten von oben her. In den Tafelfiguren 4 und 5 erkennt man deutlich beide Recessus.

Was die Lage und Ausdehnung des Recessus occipitalis betrifft, so ist darüber noch folgendes kurz zu erwähnen: Die hintere Wand liegt dem oberen Teil des Clivus ganz nahe; denn die Eigenwand des Sinus, eine dünne Schicht von Clivus-Spongiosa und eine noch feinere Schicht von Compacta messen zusammen nur 2 mm und trennen die obere Hälfte des Recessus vom Cavum cranii. Von der Aussenfläche der Basis cranii wird der untere Teil des Recessus durch eine nur wenig dickere Knochenlage geschieden. Die grösste vertikale Ausdehnung des Recessus ist 12, die grösste sagittale 11, die grösste quere 8—9 mm.

Der Zugang zum Recessus occipitalis ist ein kurzer, weiter, auf dem Recessus dexter gelegener Kanal, der durch allmähliche Verengerung des Sinus sphenoidalis dexter zu stande kommt und sich allmählich zum Recessus erweitert. Die obere Wand des Verbindungskanals ist sehr dünn; sie bildet zugleich die untere Wand der Hypophysengrube.

Der Recessus occipitalis zeigt keine Nebenausbuchtungen; seine Wände sind ganz glatt. Im ganzen hat er die Bedeutung einer teilweisen Pneumatisation des Körpers des Occipitale, die keine Seltenheit darstellt. Doch ist es interessant, wahrzunehmen, dass im vorliegenden Schädel bei der Entstehung die rechte Körperseite im Übergewicht gegen die linke gewesen ist.

3. Suturae.

Die Nähte des Gehirn- und Gesichtsschädels befinden sich zum grössten Teil in gutem Zustand. Schon an den Tafelfiguren 1 bis 5 tritt dies deutlich hervor. Wie die äusseren, so verhalten sich auch die inneren Nähte überwiegend gut.

Die Verbindung des Körpers des Keilbeins mit dem des Sphenoidale ist knöchern, der Schädel also kein jugendlicher mehr.

Im einzelnen ist über die Nähte noch folgendes zu erwähnen. Die *Sutura coronalis* macht als Ganzes betrachtet keinen einfachen Bogen, — der im vorliegenden Fall in einer auf der äusseren Basallinie und Basalebene nahezu *senkrechten Ebene* verläuft —, sondern macht, ganz abgesehen von den Ausbiegungen der Zähne, vom oberen Rand des grossen Keilbeinflügels an gerechnet bis zur Mediane nicht weniger als drei grosse Exkursionen nach hinten. So verhält es sich linkerseits; rechterseits sind die Exkursionen oder die Einschnitte zwischen ihnen geringer, hier hat die Kranznaht daher mehr die Form eines einfachen Bogens.

Die unterste der drei Ausbiegungen ist die kleinste, sie hat 22 mm gerade Länge. Ihr folgt die mittlere von 40 mm Länge; ebenso lang ist die letzte oder oberste, welche das Bregma erreicht. Am reichsten durch Zähne verästelt ist die mittlere Abteilung, am wenigsten die untere.

Der untere Anfang der zweiten Ausbiegung liegt an der Kreuzungsstelle der Kranznaht mit den Lineae temporales, hat eine besondere Bedeutung und wird bei den Lineae temporales besonders betrachtet werden. Die oberste Ausbiegung kommt dadurch zu stande, dass der hintere Mittelteil der Schuppe sich weit zwischen die beiden Parietalia vorschiebt, so dass dieses Stück eine gewisse Ähnlichkeit erhält mit der Spitze der Hinterhauptschuppe.

Zieht man vom Bregma zum Beginn der zweiten Ausbiegung jederseits eine Gerade, so schliessen beide einen stumpfen Winkel ein, der mit dem Winkelwert der beiden Lambdaschenkel übereinstimmt und 140° beträgt. Im gewöhnlichen Fall ist der Winkel, welchen die linke und rechte Hälfte der Kranznaht einschliessen, weit stumpfer und nähert sich stark oder ganz dem Wert von 180° . Offenbar steht diese

Abweichung mit der Niederlegung des Frontale am Schädel von Kegel im engsten Zusammenhang.

Wie die äussere, so ist auch die innere Kranznaht an beiden Schädelhälften erhalten, doch in verschiedenem Grade. Sie ist ungezähnt, grosswellig in ihrer Bahn und ahmt die Ausbiegungen der äusseren Naht einigermaßen nach. So verhält es sich links. Rechts ist der Bogen einfacher gestaltet und gerade noch sichtbar, leichter in der unteren als in der oberen Hälfte; die obere Hälfte ist im Verstreichen begriffen. Der vordere Ast der Arteria meningea media und nahe ihr ein vorderer Zweig von ihr läuft einige Millimeter hinter der inneren Kranznaht nach oben und nähert sich ihr schliesslich noch mehr; dies zeigt der Verlauf der Sulci meningei arteriosi; aber jene Furche darf mit der viel feineren Linie der inneren Kranznaht nicht verwechselt werden.

Eine Sutura frontalis fehlt. Reste einer sekundären Stirnnaht sind supranasal sichtbar. Eine Spur der Synostosierung beider Stirnbeine liegt vor in der bereits erwähnten Andeutung einer Crista mediana (externa) des Stirnbeins von Kegel.

Die *Sutura sagittalis* ist an der Aussenfläche in ganzer Ausdehnung vorhanden, nur spurweise aber in der Nachbarschaft der beiden Foramina parietalia. Auch in dem weiter vorn sich anschliessenden Gebiet der Sutura sagittalis sind einzelne Nahtstücke bereits verschwunden oder im Verstreichen begriffen. In der Lambda-gegend ist das Ende der Naht deutlich wahrzunehmen. Auf der Innenfläche des Schädeldgewölbes dagegen sind nur noch Reste der Pfeilnaht zu sehen.

Die *Nähte des Occipitale* mit den Parietalia und Temporalia sind jederseits auf beiden Oberflächen gut entwickelt und erhalten. Schaltknochen fehlen. Auch die übrigen Nähte der Temporalia sind aussen und innen deutlich ausgebildet.

Ebenso verhält es sich mit den Nähten des grossen Keilbeinflügels, des Jochbeins, der Oberkieferbeine, Nasenbeine, Tränenbeine. Alle übrigen Nähte der Orbita, des harten Gaumens sind gut erhalten; Reste einer Sutura incisiva jedoch sind nur spurweise zu erkennen.

Altersbestimmung.

Macht man sich an die Aufgabe, das Alter des Menschen zu bestimmen, welchem der Schädel von Kegel angehört hat, so kommen in Betracht: Die Beschaffenheit der Knochen, der Zähne, der Nähte.

Jugendliches Alter ist auszuschliessen, ebenso Greisenalter; aber auch jugendliches Mannesalter ist auszuschliessen. Somit ist es wahrscheinlich, dass wir es mit einem männlichen Individuum von 40 bis 50 Jahren zu tun haben.

4. Lineae temporales.

Auf jeder Seite des Schädels sind beide Lineae temporales vorhanden, die obere und die untere, auf der linken aber schärfer ausgeprägt. Schon am lateralen Ende des Processus zygomaticus sind beide Linien kenntlich, die obere als ein feiner glänzender Streifen, welcher die rauhe, zackige untere dicht umsäumt. Hinter der Stelle der stärksten Einschnürung (beiderseitiger Abstand = 92 mm) weichen die Linien weiter auseinander; die obere verbreitert sich zugleich und wölbt sich etwas auf, während sie ihren Glanz beibehält. 2 cm vor der Kranznaht haben die oberen oder medialen Ränder der Lineae temporales superiores ihren geringsten gegenseitigen Abstand, mit 86 mm. An der Kranznaht beträgt dieser Abstand 105 mm; im vorderen Gebiet der Parietalia, gleich hinter der Kranznaht, 98 mm, wobei diese Naht in die Bahn und Breite der Linie störend eingreift. Weiter hinten wendet sich die Linea temporalis superior in grossem, medianwärts konvexem Bogen über das Tuber parietale und endigt in der Lambdanaht, 3 cm oberhalb des Angulus mastoideus. Schon in der Längsmittle des Parietale treten die Schläfenlinien der gleichen Seite weiter auseinander; die interlineare glänzende Fläche verbreitert sich dementsprechend. Gegen den oberen Rand hin ist die interlineare Fläche zugleich aufgeworfen und bildet so einen glatten bogenförmigen Wulst, der an eine flache Crista erinnert und um so mehr sich ausprägt, als medial von diesem Wulste eine stärkere, fast winkelige Richtungsänderung der Knochenfläche nach oben medianwärts stattfindet. So verhält es sich vor allem im mittleren Längsgebiete des Parietale sinistrum.

In der Gegend der *Tubera parietalia* beträgt der Querabstand der beiden oberen Linien 108 mm, am occipitalen Ende aber 95 mm.

Schon mehrere Beobachter haben auf die sonderbare Störung aufmerksam gemacht, welche in der Mehrzahl der Fälle die beiden Schläfenlinien bei ihrer Kreuzung mit der *Sutura coronalis* erfahren. Sie be-

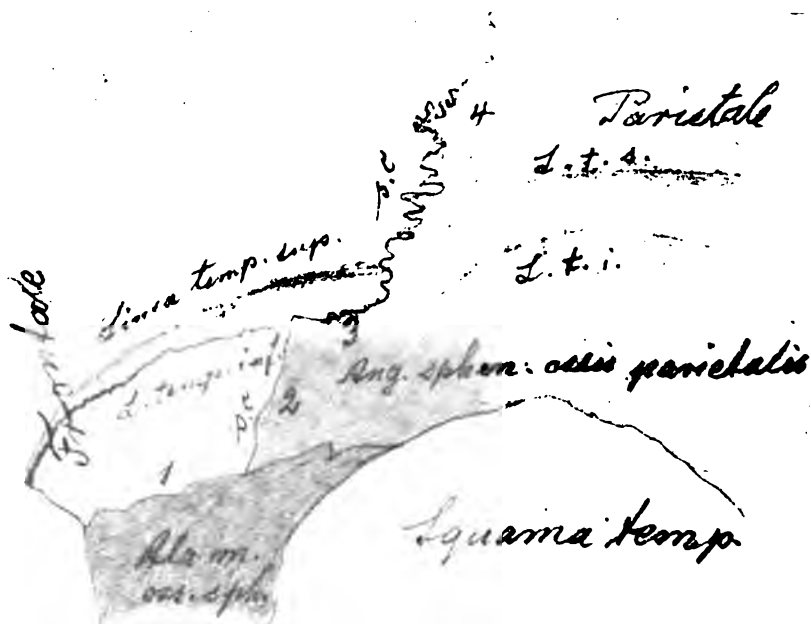


Fig. 6.

Lineae temporales in ihrem Verhalten zur Kranznaht. Linke Seitenfläche des Schädels von Kegel. Treppenform des Margo coronalis (2, 3, 4). Langgestreckter Angulus sphenoidalis, einen Processus fronto-sphenoidalis bildend; 3 = horizontaler Teil der *Sutura coronalis*; *sc, sc* — *Sutura coronalis*.

steht in der Regel in einer winkligen Knickung beider Linien. Die parietale Fortsetzung der Schläfenlinien steigt dann zuerst steil hinter der Kranznaht auf und gelangt alsbald zur Kulmination. Diese Erscheinung, welche von Dalla Rosa und neuerdings von Schwalbe genauer untersucht worden ist, hat sich, wie wir gesehen haben, auch auf der linken Seite des Schädels von Kegel wahrnehmen lassen. Die Erklärungen der fraglichen Störung lauten verschieden.

In unserem Falle zeigt sich eine Kombination der Störung der

Lineae temporales mit ungewöhnlicher Ausbildung des Angulus sphenoidalis des Parietale und deutlicher Treppenform des unteren Teiles der Sutura coronalis. Die Sutura coronalis ist hier also gleichfalls geknickt (Fig. 6 zwischen 2, 3 und 4).

Die mit 1 bezeichnete Naht ist die Sutura fronto-sphenoidalis. An ihrem hinteren Ende steigt in stumpfem Winkel die Sutura coronalis auf- und sanft rückwärts (2). An das obere Ende dieses Bahnteiles der Sutura coronalis schliesst sich ein fast horizontal verlaufendes Stückchen der Sutura an (3), welches den Lineae temporales folgt. Nunmehr erfolgt die Kreuzung der Linien mit der Naht, deren langes Endstück (4) auf-rückwärts gegen die Mediane zieht, um sich mit der Naht der Gegenseite zu verbinden. Hinter der Kreuzungsstelle zeigt sich die obere Schläfenlinie um mehr als 1 cm aufwärts gehoben, die interlineare Fläche stark verbreitert, die untere Linie aber verschwommen, um erst später wieder deutlich zu werden. Wie ist diese Eigentümlichkeit zu erklären?

In seiner Studie über den *Pithekanthropus erectus* beschreibt *Schwalbe* die bezüglichen Verhältnisse bei *Macacus nemestrinus* und anderen Affen. Es gibt dort ebenfalls ein horizontales Stück der Kranznaht (= 3 in Fig. 6).

Er bemerkt zu dem Befunde an *Macacus*: „Beim Menschen fehlt nun diese doppelte winkelige Knickung der Kranznaht, das horizontale Stück ist steil aufgerichtet. Sollten nun die Abknickung der Schläfenlinien, ihr hinter der Kranznaht mehr oder weniger deutlich aufsteigender Verlauf nicht Reminiscenzen sein an die ursprünglichen Verlaufsverhältnisse des betreffenden Stückes der Kranznaht?“

Unser Fall beweist die Berechtigung dieser Frage und Vermutung. Denn es kommen auch beim Menschen unter gewissen Verhältnissen Zustände der Kranznaht vor, welche an jene der Affen unmittelbar anknüpfen.

Ein solcher Umstand scheint ein mächtig ausgebildeter Angulus sphenoidalis des Parietale zu sein, den man nicht wohl als einen Folgezustand des gleichen Grundvorganges wird auffassen können. Parietalia mit solch langem Keilbeinwinkel sind nicht häufig. Selten auch ist beim Menschen das horizontale Stück 3 der Kranznaht.

5. Äussere Messung.

a) Lineare Werte.

1. Der grösste äussere Horizontalumfang des Schädels von Kegel, oberhalb der Augenbrauenwülste, in der Höhe der Fossa supraglabellaris gemessen, beträgt 512 mm; der grösste äussere Horizontalumfang dieses Schädels, in der Höhe der Augenbrauenwülste gemessen, beträgt 529 mm. In beiden Fällen geht das Bandmaass über die hervorragendste Stelle der Squama occipitalis hinweg, welche im vorliegenden Fall 2 cm unterhalb des Lambda liegt.

Von den 529 mm Umfang kommen auf die Squama frontalis 171 mm, auf die grossen Keilbeinflügel 36, der Rest auf die Squamae temporales, Parietalia und das Occipitale.

Von den 512 mm Umfang dagegen kommen auf die Squama frontalis nur 150 mm.

2. Vom vorderen Rand des Porus acusticus externus über die Fossa supraglabellaris hinweg zum Porus acusticus externus der Gegenseite geführt, zeigt das Bandmaass einen Bogen von 276 mm Länge.

3. Vom hinteren Rand der Ohröffnung über das Lambda hinweg zur Ohröffnung der anderen Seite beträgt der Umfang etwas mehr, nämlich 284 mm.

5. Vom vorderen Rand der Ohröffnung über das Bregma hinweg zur Ohröffnung der anderen Seite ist der Umfang 295 mm.

6. Der grösste äussere sagittale Umfang des Schädeldgewölbes = 364 mm. Hiervon kommen auf die Squama frontalis (= frontaler Bogen) 124 mm; auf das Parietale (= parietaler Bogen) 125 mm; auf die Squama occipitalis (= occipitaler Bogen) 115 mm.

Ausgangspunkt für diese Messung ist das Nasion, Ende das Opisthion, d. i. der hintere Medianpunkt des Trema (Foramen occipitale magnum).

Es kann fraglich erscheinen, ob man den Bogenwert Nasion-Opisthion bei Rechnungen als das ganze Maass des Schädeldgewölbes ansprechen darf. Das Foramen occipitale magnum stellt sich uns hier entgegen als ein fragwürdiges Gebiet. Jedermann wird die Partes laterales des Occipitale zum Schädeldgewölbe rechnen. Dann, so scheint es, wird man auch das Gebiet des Foramen occipitale magnum

zum Schädelgewölbe rechnen und seine Länge dem sagittalen Umfang des übrigen grösseren Gewölbeteiles hinzufügen müssen.

Am Schädel von Kegel hat das Foramen occipitale magnum eine Länge von 35 mm.

Zählen wir diese zu dem Bogenwert Nasion-Opisthion, so beträgt der Totalwert des Medianbogens $364 + 35 = 399$ mm. Für diesen medianen Totalbogen ist die Schädelbasis Ausgangspunkt und Endpunkt.

Man kann jetzt auch die Länge der *Schädelbasis* noch hinzuzählen und hat alsdann den Wert des Medianumfangs des ganzen Hirnschädels.

Am Schädel von Kegel hat die *Schädelbasis*, mit dem Nasion als vorderem, dem Basion als hinterem Ende, eine gerade Länge von 104 mm.

Zählen wir diese Basislänge dem Medianbogen hinzu, so ergibt sich $399 + 104 = 503$ mm.

503 mm ist hiernach der Wert des totalen äusseren Medianumfangs des Kegerler Hirnschädels.

Vergleichen wir diesen Wert mit dem grössten Horizontalumfang, der 512 und 529 mm beträgt, so kommen sich beide Umfänge sehr nahe; der Unterschied ist nur 9 oder 26 mm.

Vielleicht wäre es noch mehr gerechtfertigt, nicht einfach die *gerade* Länge der Schädelbasis in Rechnung zu stellen, sondern die Basis in mindestens zwei Linien zu teilen. Deren eine erstreckt sich vom Nasion zur äusseren Grenze zwischen Keilbein- und Hinterhauptbeinkörper, vom Nasion zum Sphenon, um einen kurzen Ausdruck zu haben; die andere Linie dagegen zieht vom Sphenon zum Basion. An Tafelfigur 6 sind diese Linien gezogen. Summiert man ihre Längen, $82 + 24$, so erhält man als äussere Basislänge 106 mm. Der Unterschied ist also am vorliegenden Schädel nicht beträchtlich.

Nicht für alle Zwecke wird man die Länge des Foramen occipitale magnum dem Betrag des geschlossenen Gewölbebogens hinzurechnen nötig haben. Aber es wird sich im Verlauf dieser Untersuchungen noch weiter zeigen, dass man Ursache haben kann, das Foramen occipitale magnum als einen offenen Teil des Gesamtgewölbebogens anzusehen.

7. Vertikaler Querumfang, zwischen den oberen Rändern beider

Ohröffnungen und dem höchsten Punkte des Scheitels, hier 5 cm hinter dem Bregma, = 312 mm.

Querumfang der Schädelbasis, vom oberen Rande der äusseren Ohröffnung über die Schädelbasis hinweg zum oberen Rand der äusseren Ohröffnung der Gegenseite = 140 mm.

Zählt man die beiden Hälften dieses *totalen* Querumfangs zusammen, so erhält man $312 + 140 = 452$, d. i. einen Betrag, der dem totalen Median- und grössten Horizontalumfang (503 u. 512 bis 529) nicht allzufern steht.

Bei dieser äusseren Messung kommen jedoch in verschiedener Weise Aussenwerke von bedeutendem Wert in Rechnung. Es wird sich also fragen, welche Zahlen uns später die *innere* Untersuchung des Hirnschädels liefern wird.

8. *Gerade Länge* der Schädelbasis, vom Nasion zum Basion, = 104 mm.

Gebrochene Länge der Schädelbasis (Nasion-Sphenon, Sphenon-Basion, = 106 mm.

9. Grösste Länge des Schädels, auf die verlängerte äussere Basallinie (Nasion-Basion) bezogen, = 175 mm.

Grösste Länge des Schädels, ohne Bezug auf eine Horizontale, = 188 mm. Ausgangspunkt Glabella; Endpunkt Oberschuppe, 20 mm unterhalb des Lambda.

10. Grösste Länge des Schädels, auf die verlängerte Nasion-Inionlinie bezogen, = 184 mm.

Als die hervorragendsten Punkte des Schädels sind bei dieser Messung, wie die Ziehung der beiden Vertikalen auf der verlängerten Nasion-Inionlinie ergibt, die Glabella und ein Punkt der Oberschuppe des Occipitale zu erkennen, welcher 34 mm vom Lambda entfernt ist.

Die Glabella als *Medianpunkt* betrachtet und in diesem Sinn vielleicht richtiger, an den anthropologischen Sprachgebrauch anschliessend, *Glabellon* zu bezeichnen, hat verschiedene Höhenlage, je nach der Richtungslinie, die gewählt wird.

Ist die Nasion-Lambdalinie die richtende, so liegt das Glabellon am tiefsten, nämlich nur 9 bis 10 mm vom Nasion entfernt; ist dagegen die Nasion-Inionlinie die richtende, so liegt das Glabellon schon

etwas höher und zwar 14 mm vom Nasion entfernt; ist die äussere Basallinie (Nasion-Basion) richtend, so beträgt die Entfernung vom Nasion bereits 16 mm; wird aber gar die Linie zur richtenden gewählt, welche den höchsten Punkt der Stirnwölbung mit dem höchsten Medianpunkt der Augenbrauengegend verbindet (*f, f* in Figur 9), so liegt das Glabellon am höchsten und hat 20 mm Entfernung vom Nasion. Ich erachte diese Stelle des Glabellon für die sachlich richtigste; sie entspricht der Hochfläche des Arcus superciliaris und Torus supra-orbitalis.

Für die Messung der Schädellänge mit Bezug auf die Nasion-Inionlinie hat natürlich letztere auch das *Glabellon* zu bestimmen, wie es hier geschehen ist.

11. Grösste Länge des Schädels, von der Fossa supraglabellaris aus gemessen, = 177 mm. Der hintere Messpunkt liegt 33 mm unterhalb des Lambda.

12. Abstand der Glabella (*g*, Figur 9) vom Lambda = 180 mm.

13. Abstand der Glabella (*g*) vom Inion = 180.

14. Abstand der Glabella (*g*) vom Basion = 116.

15. Abstand der Glabella (*g*) vom Bregma = 103.

16. Abstand der Glabella (*g*) vom Nasion = 20.

17. Abstand des Nasion vom Bregma = 115.

18. Abstand des Nasion vom Lambda = 180.

19. Abstand des Nasion vom Inion = 173.

20. Abstand des Bregma vom Basion = 134.

21. Abstand des Bregma vom Opisthion = 144.

22. Abstand des Bregma vom Inion = 152.

23. Abstand des Bregma vom Lambda = 112. (Fig. 6.)

24. Abstand des Lambda vom Opisthion = 97.

25. Abstand des Lambda vom Basion = 117.

26. Abstand des Lambda vom Inion = 70.

27. Abstand des Inion vom Opisthion = 44.

28. Abstand des Sphenon vom Nasion = 82.

29. Abstand des Sphenon vom Basion = 24.

30. Abstand des Nasion vom Ehippion (Dorsum sellae) = 80.

31. Grösste Breite des Hirnschädels, unmittelbar hinter dem Hinter-

rand der Squama temporalis, am Angulus mastoideus des Parietale gelegen, = 141.

32. Ohrbreite = 112.

33. Kleinste Stirnbreite (kleinster Abstand der beiden Cristae temporales) = 92.

34. Breite der Schädelbasis zwischen den breitesten Vorwölbungen der Processus mastoidei = 131.

35. Abstand der Spitzen der Processus mastoidei = 106.

36. Kleinste Schläfenbreite oberhalb der Crista infratemporalis beider Seiten (*Infratemporalbreite*) = 68.

37. Breite zwischen beiden Pterien = 117.

38. Breite zwischen beiden Stephanien = 115.

39. Breite zwischen beiden Asterien = 124.

40. Parietale Intertuberalbreite = 130.

41. Frontale Intertuberalbreite = 50.

42. Grösste Breite des Hinterhauptloches = 29.

43. *Grösste Höhe* des Hirnschädels, vom Basion bis zum Anfang des mittleren Drittels der Sutura sagittalis, = 136.

44. Abstand des oberen Randes der Ohröffnung vom Bregma = 126.

45. Höhe des Schädels auf die Basion-Nasionlinie bezogen = 134.

46. Höhe des Schädels auf die Nasion-Inionlinie bezogen = 109.

47. Höhe des Schädels auf die Glabella-Inionlinie bezogen = 101.

48. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Basionlinie = 111.

49. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Inionlinie = 99.

50. Vertikaler Abstand des Bregma von der Glabella-Inionlinie = 87.

51. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Lambdalinie = 70.

52. Vertikaler Abstand des Bregma von der Glabella-Lambdalinie = 59.

53. Vertikaler Abstand der Verbindungslinie beider Foramina parietalia von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 126.

54. Vertikaler Abstand des Lambda von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 110.

55. Vertikaler Abstand des Inion von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 45.

56. Vertikaler Abstand des Opisthion von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 14.

57. Gegenseitiger Abstand der Foramina parietalia = 13.
58. Abstand der lateralen Enden beider Fissurae orbitales superiores = 50.
59. Abstand der lateralen Enden beider Fissurae infraorbitales = 71.
60. Abstand beider Foramina optica: nicht zu messen, da das Foramen opticum sinistrum zertrümmert ist.
Abstand des Foramen opticum dextrum von der Mediane = 11.
61. Abstand beider Foramina stylomastoidea = 92.
62. Abstand der beiden Pori carotici externi (mediale Ränder) = 57,
(laterale Ränder) = 68.
63. Abstand der beiden Tubae auditivae = 56.
64. Abstand der Foramina lacera (mediale Ränder) = 20.
65. Abstand der hinteren Mündungen beider Canales pterygoidei (Vidii) = 30.
66. Abstand beider Tubercula spinosa ossis sphenoidalis = 61.
67. Abstand beider Foramina ovalia des Keilbeins = 43.
68. Abstand der Tubercula articularia der Squamae temporales = 121.
69. *Profillänge des Gesichtes* = Gesichtslänge von Kollmann (unterer Medianpunkt des Processus alveolaris maxillae bis Basion) = 103.
70. Obergesichtshöhe (Nasion — unterer medianer Alveolarpunkt der Maxilla) = 85.
71. Gesichtsbreite von Virchow (zwischen den unteren Enden der Oberkiefer-Jochbeinnähte) = 92.
72. Jochbreite (grösster Abstand beider Jochbogen) = 134.
73. Interorbitalbreite (kleinster Abstand der medialen Orbitalränder) = 19.
74. Nasenhöhe (Nasion bis Spina nasalis anterior) = 53.
75. Grösste Breite der Apertura piriformis = 22.
76. Grösste Breite des Introitus orbitalis = 37.
77. Grösste horizontale Breite des Introitus orbitalis = 36.
78. Grösste Höhe des Introitus orbitalis = 32.
79. Grösste Länge der rechten Orbital-Pyramide = 39.
80. Abstand der Spina nasalis anterior vom Basion = 98.
81. Abstand beider Foramina infraorbitalia = 50.
82. Unterer vorderer Rand der Maxilla bis Spina nasalis posterior = 64.

83. Grösste Breite der Maxilla am Processus alveolaris, hinter dem Molaris II = 63.

84. Gaumenlänge (Spina nasalis posterior, hintere Lamelle des Alveolarrandes zwischen den Incisivi mediales) = 59.

85. Gaumenmittelbreite (innere Alveolarwände der beiden Molares secundi) = 34.

86. Gaumenendbreite (zwischen den hinteren Enden des Gaumens) = 33.

87. Hintere Höhe der Maxilla (vom lateralen Ende der Fissura infraorbitalis bis zum Ende des Alveolarfortsatzes hinter dem Molaris II) = 48.

88. Vordere Höhe der Maxilla (Margo infraorbitalis bis zum unteren Alveolarrand des Dens angularis) = 48.

89. Höhe der Maxilla vom oberen Ende des Processus nasalis bis zum unteren Alveolarrand des Incisivus II = 70.

90. Grösste Höhe der Choanae = 28.

91. Grösste Breite der Choanae = 25.

b) Indices.

1. Längenbreitenindex und Längenhöhenindex. Die grösste Länge des Schädels von Kegel ist 188, die grösste Breite 141 mm. Auf die Länge von 100 berechnet ist die Breite = 75. Längenbreitenindex = 75.

Die grösste Höhe des Schädels von Kegel ist 136.

Ist die grösste Länge 188, die grösste Höhe 136, so ergibt sich als Längenhöhenindex der Wert 72,3.

Legt man der Längenmessung des Schädels von Kegel die verlängerte äussere *Basallinie* (Nasion-Basion) zu Grunde, so beträgt die Länge = 175 mm. Da die grösste Breite 141 mm, so gilt die Formel

$$175 : 141 = 100 : x.$$

Der Längenbreitenindex ist hiernach 80,6.

Die auf der gleichen Grundlage gemessene *grösste Höhe* des Schädels beträgt 134 mm.

Die entsprechende Gleichung für den Längenhöhenindex ist

$$175 : 134 = 100 : x.$$

Der Längenhöhenindex ist daher = 76,6.

Legt man dagegen der Längenmessung die *Nasion-Inionlinie* zu

Grunde, mit der Länge = 184, der Breite = 141, der Höhe = 109, so erhält man

als Längenbreitenindex den Wert von 76,6;

als Längenhöhenindex den Wert von 59,2.

Wollte man der Rechnung und Messung die Länge: Fossa supraglabellaris bis Oberschuppe = 177 mm zu Grunde legen, so ändert sich die Indexzahl nur unbedeutend.

Anders wieder stellen sich die Werte, wenn die Nasion-Lambda- oder die Glabella-Lambdalinie zur richtenden Linie benützt wird; aber auch von dieser Bestimmung sei Umgang genommen.

Dagegen sei noch die *Summe* der Breite und Höhe bestimmt und diese Summe mit der Länge zu einem Indexwerte berechnet.

$$141 + 134 = 275$$

$$175 : 275 = 100 : x.$$

Das Verhältnis der Länge (= 100) zur Summe der Breite und Höhe, d. i. der Längen-Breitenhöhenindex, ist hiernach = 157.

Nicht ohne Grund ist dieser Index hier vorgeführt. Seiner Bestimmung liegt nämlich der Gedanke zu Grunde, dass in früher Embryonalzeit das Maass der Breite und Höhe zu einem einzigen Maasse zusammenfallen, zur Breite. Es ist dies in jener Zeit, da die Embryonalanlage noch eine Platte bildet und ihre Seitenränder sich noch nicht erhoben haben, um das Medullarrohr und das Epidermalrohr anzulegen. Hier wird man auch an die Indices der *Umfänge* zu denken haben.

2. Zu den äusseren Indices gehören auch die von Schwalbe sogenannten *Krümmungsindices* der Schädelknochen.

Unter Krümmungsindex versteht man das Verhältnis der Bogenlänge eines Knochens zu seiner Sehne, auf 100 mm Länge bezogen.

Mediane Bogenlängen der Gewölbeknochen und deren Sehnen sind bereits mitgeteilt worden, hier also noch die Indices zu berechnen (siehe Tafelfigur 6).

Der Bogen des Frontale ist 124, dessen Sehne 115 mm lang.

Der Krümmungsindex des Frontale ist nach der Formel

$$124 : 115 = 100 : x \text{ zu berechnen:}$$

$$x = 92,7.$$

Der Bogen des Parietale = 125, dessen Sehne = 112.

Der Krümmungsindex des Parietale = 89,6.

Der Bogen der Squama occipitalis = 115, dessen Sehne = 97.

Der Krümmungsindex der Squama occipitalis = 84,4.

Betrachtet man auf Tafel 6 den Krümmungsbogen des Occipitale und seine Sehne, so wird sogleich deutlich, dass der Bogen *lo* und die Sehne *lo* nicht den ganzen Betrag des Occipitalbogens ausmachen, sondern nur einen Teil. Es gehört die Ausdehnung *ob*, die Länge des Foramen occipitale magnum, ergänzend noch dazu; man braucht bloss an die Partes laterales des Occipitale zu denken, welche zum Gewölbe gehören und jenes Foramen seitlich begrenzen. Fügt man also die Länge des Foramen occipitale magnum = 35 mm dem Bogenwerte der Squama noch hinzu, so erhalten wir als Gesamtlänge des Occipitalbogens $115 + 35 = 150$. Die zu diesem Gesamtbogen gehörige Sehne hat eine Länge von 117 mm. Der Krümmungsindex des occipitalen *Totalbogens* ist hiernach 78,0.

Er unterscheidet sich vom Index des occipitalen Partialbogens, der 84,4 beträgt, zwar nicht weitgehend, aber doch genügend.

Den Partialbogen *Lambda-Opisthion* kann man übrigens noch in zwei Unterbogen zerlegen, einen oberen, den Lambda-Inionbogen, und einen unteren, den Inion-Opisthionbogen. Beide Bogen, von welchen der obere der Fossa occipitalis, der untere der Fossa cerebellaris der Squama entsprechen würde, sind jedoch als Medianbogen nicht gleichwertige Ausdrücke jener beiden *Gruben*. Der untere ist, da hier die Crista occipitalis externa störend ins Gewicht fällt, weniger brauchbar als der obere, der sich sehr gut ausprägt.

Der Lambda-Inionbogen nun hat eine Länge von 75 mm; seine Sehne ist 70 mm lang. Sein Krümmungsindex = 93,3.

Der Inion-Opisthionbogen ist in unserem Fall zu zwei vorwärts leicht konkaven Linien geworden (*i—i''*, *i''—o*). Die zugehörige Sehne hat eine Länge von 44 mm.

Noch viele andere Indices könnten hier eine Stelle finden, so die Indices der Orbita, des Introitus und Exitus nasi, des harten Gaumens und mancher anderer Gegenden. Doch bleibt deren Ausrechnung, soweit nicht an späterem Ort darauf zurückzugreifen ist, dem Bedürfnis des

Lesers überlassen. Die grundlegenden Linienwerte sind sämtlich bereits mitgeteilt worden.

Es ist zur Zeit ein Streit entbrannt über den Wert der Schädelindices im allgemeinen. Er wird dazu führen, die wahre Bedeutung der Indices mehr ans Licht zu setzen und zur Anerkennung zu bringen, ihre Überschätzung aber vermeiden zu lernen. Der Wert der absoluten wird gegenüber den Verhältniszahlen mehr in den Vordergrund treten, ohne die Indices als überflüssig erscheinen zu lassen. Zu diesem Ergebnis wird auch die vorliegende Untersuchung gelangen.

Ich kann diesen Abschnitt nicht schliessen, ohne auf folgende Wachstumsänderungen beim Embryo aufmerksam gemacht zu haben. Ganz frühzeitig, noch vor dem Schluss des Medullarrohrs, ist die Kopfanlage überaus langgestreckt, gegenüber der Breite. In späteren Stufen nimmt die Breite verhältnismässig bedeutend zu, der Kopf wird brachycephal. So zweifellos bei allen Völkern. Von dieser brachycephalen Grundform aus vollziehen sich dann die weiteren Wandlungen in alle jene Formen, die vom Erwachsenen bekannt sind. G. Retzius gebührt das Verdienst, auf die lange Dauer der fötalen Brachycephalie zuerst gebührend hingewiesen zu haben. Doch ist hier, an Mensch und Tier, noch eine grosse messende Arbeit zu leisten. Dann wird das Wesen der verschiedenen Schädelformen besser verstanden werden, als es gegenwärtig verstanden werden kann.

Die oben erwähnten Indices sind sämtlich *Aussenindices*, da wir es hier mit der äusseren Oberfläche des Schädels zu tun haben. Später, bei der Betrachtung des Schädellinneren, werden die *Innenindices* zu beachten und mit den äusseren zu vergleichen sein.

c) *Äussere Winkel.*

Der Krümmungsbetrag der Gewölbeknochen des Schädels kann nicht allein durch die Aufstellung von Krümmungs-*Indices* bestimmt werden, sondern auch durch eine zweite Methode, welche die Methode der Messung von Krümmungs-*Winkeln* genannt wird.

So nennt man nach dem Vorgang von *Lissauer* (er nannte sie Wölbungswinkel) die Winkel, welche dadurch erzeugt werden, dass von dem höchsten Punkte eines Bogens Sehnen zu den beiden Bogen-

enden gezogen werden. Der von beiden Sehnen eingeschlossene Winkel ist der Krümmungswinkel.

An Figur 6 ist der höchste Punkt des Frontalbogens *nbr* bei *fw* gelegen. Die von diesem Punkt ausgehenden gestrichelten Linien führen zum Nasion und Bregma, als den Enden des Frontalbogens. Der von ihnen eingeschlossene *frontale Krümmungswinkel* hat den Wert von 142° .

Der *parietale Krümmungswinkel* (*pw*) = 136° .

Der *obere occipitale Krümmungswinkel* = 144° .

Der *ganze squamale Krümmungswinkel* = 114° .

Der *ganze occipitale Krümmungswinkel* (für dessen Bestimmung die Ausdehnung des Foramen occipitale magnum mit in Betracht kommen muss) = 104° . Die ihn einschliessenden Linien sind *li* und *ib*.

An ihn schliesst sich der hintere basale Winkel *nb*, *bi* an, mit dem Werte von 145° .

Der Anschluss des vorderen basalen Winkels liegt am Nasion, wird von den Linien *n fw* und *nb* eingefasst und hat den Wert von 95° . Damit ist die Reihe dieser Winkel geschlossen; doch sind noch die Ergänzungswinkel am Bregma, Lambda und Inion zu erwähnen, welche 143° und 153° , 119° , beziehungsweise 132° , 104° messen.

So verhält es sich mit den Krümmungswinkeln der Gewölbeknochen und ihrer Ergänzung am medianen Schädelumfang.

Es folgt nunmehr die Betrachtung einer anderen äusseren Winkelgruppe, jener nämlich, welche von den *Sehnen der einzelnen Gewölbeknochen* und von der anschliessenden Schädelbasis eingeschlossen werden. Man erkennt diese äusseren Sehnenwinkel der Nachbarknochen in Figur 6 zwischen den ausgezogenen Linien *n br* und *br l*, *brl* und *li*, *brl* und *lo*, *brl* und *lb*, *b* und *n*. Man bemerkt zugleich, dass diese Linien ein Vieleck mit nicht allzuvielen Seiten (im äussersten Fall mit sechs, im vereinfachten Fall mit fünf oder vier Linien) begrenzen. Diese Linien stellen zusammen das *äussere Schädelpolygon* her, welches also sechs, fünf oder vier Seiten besitzt und die zugehörigen Winkel einschliesst.

Dem *ersten* der dabei zu betrachtenden Winkel begegnen wir bei *n*, zwischen den Linien *nb* und *nbr*; er ist ein Anschlusswinkel des

Gewölbes an die Basis, beträgt in unserem Falle 76° und kann der nasale Sehnenwinkel des äusseren Schädelpolygons genannt werden. Man beachte den gleichen Winkel an einem normalen Schädel mit schönem Gewölbebogen schon jetzt, wie er uns in Figur 7 entgegentritt; hier hat er den Wert von 81° .

Der *zweite* Winkel dieser Reihe liegt am Bregma (Figur 6, *br*), wird begrenzt von den Linien *br n* und *br l*; sein Wert ist 105° . Am Schädel der Norm¹⁾ beträgt dieser Winkel 100° .

Der *dritte* Winkel liegt am Lambda, wird von den Linien *l br* und *li* eingefasst und hat am Schädel von Kegel den Wert von 111° , am Schädel der Norm von 123° .

Der *vierte* Winkel liegt am Inion (Figur 6, *i*), wird von den Linien *il* und *io* eingeschlossen und hat am Schädel von Kegel den Wert von 114° , am Schädel der Norm von 110° .

Der *fünfte* Winkel liegt am Opisthion (Figur 6, *o*), hat als Begrenzung die Linien *oi* und *ob* und am Schädel von Kegel einen Wert von 155° , am Schädel der Norm einen solchen von 143° .

Der *sechste* und letzte dieser Winkel liegt am Basion (Figur 6, *b*), wird von den Linien *bo* und *bn* eingeschlossen und hat am Schädel von Kegel den Wert von 160° , am Schädel der Norm einen solchen von 159° .

Das *Inion* als einen Grenzpunkt zu wählen, dazu liegt eine morphologische Berechtigung vor. Denn das Occipitale ist kein einfacher Knochen, sondern hat die Bedeutung eines Knochenkomplexes, an welchem das Inion den Medianpunkt einer wichtigen horizontalen Grenzscheide von bekannter Bedeutung darstellt.

Schaltet man jedoch, wozu der fertige Knochen veranlassen darf, das Inion als Grenze aus, so kommt als nächster Grenzpunkt das Opisthion in Frage, als hinterer Rand des Gewölbeeingangs.

An Stelle der beiden Linien *il* und *io* tritt jetzt die Linie *ol*. Sie schliesst mit der Linie *ob* einen *anderen vierten* Winkel ein, der am Schädel von Kegel den Wert von 115° , am Schädel der Norm

¹⁾ Der Ausdruck „Schädel der Norm“ soll nur bedeuten: normal gestalteter Schädel. Der Kürze wegen kann nur *ein* Fall von normaler Gestalt zur Vergleichung dienen,

dagegen von 105° hat. Der zugehörige Winkel bei l ist aber bei dieser Operation kleiner geworden; er liegt jetzt zwischen den Linien $l\ br$ und $l\ o$ und hat am Schädel von Kegel den Wert von 89° , am Schädel der Norm von 93° .

Man darf aber auch noch den Punkt o ausschliessen, da er mit der Linie ob zum Gewölbe gehört und an keinen Knochen, sondern an eine Lücke im Knochen grenzt. Schliesst man o aus, so tritt b an seine Stelle, das Basion. Der *vierte* Winkel, um den es sich jetzt handelt, liegt bei b und wird von den Linien bl und bn begrenzt. Er hat am Schädel von Kegel den Wert von 108° , am Schädel der Norm dagegen von 106° .

Durch den Ausfall von o ist jedoch auch der Winkel bei l in Mitleidenschaft gezogen worden. Er wird begrenzt von den Linien $l\ br$ und $l\ b$ und hat am Schädel von Kegel den Wert von 72° , den gleichen Wert am Schädel der Norm.

Bei dieser starken, aber nicht unberechtigten Reduktion des Sechsecks in das Viereck, welches die Hauptpunkte des Gewölbes und der Basis einschliesst und somit einen gewissen *Gesamtausdruck* für den ganzen Medianumfang des Schädels darstellt, haben wir vom Nasion beginnend, folgende gerade *Seitenlängen*:

	frontale	parietale	occipitale	basale
am Schädel von Kegel:	115 mm	112 mm	117 mm	104 mm
am Schädel der Norm:	107 "	118 "	112 "	104 " ;

und folgende *Winkel*:

	den nasalen,	bregmatischen,	lambdischen,	basalen;
am Schädel von Kegel:	76°	105°	72°	108°
am Schädel der Norm:	81°	100°	72°	106°

Die Summe aller *Seitenlängen* ergibt

am Schädel von Kegel den Betrag von 448
am Schädel der Norm von 441.

Die Summe aller *Winkel* ist

am Schädel von Kegel 361
am Schädel der Norm 359.¹⁾

¹⁾ Nach geometrischem Lehrsatz würden in beiden Fällen 360° zu erwarten sein.

Die *Formen* der beiden Vierecke und ihren Flächeninhalt an dieser Stelle bereits in das Auge zu fassen, liegt keine Veranlassung vor.

Wohl aber sind folgende *Linien* schon jetzt zu beachten:

Die Linien *brb*, *bro*, *bri* und *brl* haben an beiden Schädeln folgende *Längen*:

brb bro bri brl

am Schädel der Norm : 136 155 163 118

am Schädel von Kegel : 134 144 152 112.

Summiert man je die dem gleichen Individuum angehörigen Längen, so ist

für den Schädel der Norm die Summe = 572

für den Schädel von Kegel „ „ = 542

Der Unterschied beträgt hiernach 30 mm.

Aber auch ohne diese Summierung bemerkt man an den Zahlen und ebenso an den Zeichnungen (Figur 6 und Figur 7), dass der Schädel von Kegel gegenüber dem der Norm niedergedrückt erscheint.

Je niedergedrückter aber ein Polygon ist, um so weniger Raum wird es einnehmen; und um so *länger* müssen die Seiten werden, wenn sie ein Polygon zu stande bringen sollen, welches trotz der Niederdrückung mit dem *aufgerichteten* Polygon nur einigermaßen an Raum wetteifern soll.

Betrachten wir nun die Seitenlängen des Polygons von Kegel und vergleichen sie mit jenen des Schädels der Norm (s. oben), so stimmen im *basalen* Teil beide überein, mit 104 mm. Im *fornikalen* Teil dagegen weichen sie voneinander ab; und zwar hat der Schädel der Norm ein Übergewicht, nämlich im parietalen Element, mit 6 mm. Im frontalen und occipitalen Element, also in *zwei* Elementen, ist aber der Schädel von *Kegel* im Übergewicht, und zwar mit 8 im frontalen, mit 5 im occipitalen Element, zusammen mit 13 mm. Folglich ist der Schädel von Kegel auch im *ganzen* im Übergewicht der Seitenlängen gegenüber dem Schädel der Norm, nämlich mit 7 mm.

Was aber anfänglich erschreckend wirken könnte, ist in Wirklichkeit gerade von entgegengesetzter Bedeutung; das Übergewicht der Seitenlängen muss zwar als eine der Niederdrückung des Polygons entgegenwirkende, aber nicht ausreichende Maassregel, folglich zu Un-

gunsten des Schädels von Kegel ausgelegt werden, dessen schlimme Lage dadurch erst recht ins Licht gesetzt wird.

Noch ein anderer Unterschied ist an den beiden Vierecken der Figuren 6 und 7 leicht zu bemerken. Er zeigt sich in der verschiedenen Richtung der Linien *br b* an beiden Schädeln. In Figur 7, die den Schädel der Norm wiedergibt, liegt das Bregma, der Punkt *br* etwas nach *links* vom Punkte *b*, dem Basion. Am Schädel von Kegel hingegen, Figur 6, liegt *br*, trotz der gleichen Einstellung der Schädel auf die Lambda-Horizontale, ansehnlich nach *rechts* von *b* verschoben, obwohl die Basallinien an Länge gleich sind (104 mm) und auch die gleiche Winkelstellung zur Nasion-Lambdalinie haben (40°). In diesem Verhalten der Bregma-Basionlinie (*br b*) prägt sich sehr deutlich die Niederdrückung des Stirnbeins von Kegel und die Geraderstreckung seines Bogens aus.

Zieht man eine Gerade von dem Punkte *br* zum Punkte *a*, der Grenze zwischen der Pars glabellaris und Pars cerebralis des Stirnbeins, so ist diese Abflachung des Stirnbogens von Kegel nur um so deutlicher; man sieht dann sofort, dass der Stirnbogen fast zur *Sehne* geworden ist.

Misst man jetzt den Winkel, welchen die Bregma-Basionlinie (*br b*) am Schädel von Kegel und am Schädel der Norm mit der Basallinie *nb* bildet, so haben wir am Schädel der Norm den Wert von 51° , am Schädel von Kegel dagegen den Winkel von 57° . Aber auch dieses Mehr spricht nach Lage der Dinge zu Ungunsten, nicht zu Gunsten des Schädels von Kegel. Es zeigt auf das schärfste an, dass dessen Stirnbein niedergedrückt und selbst der *Bogen* des Stirnbeins gestreckt worden ist. So musste der Punkt *br* nach hinten weichen und den basalen Bregma-Nasalwinkel vergrößern.

Auch die Scheitelwölbung des Schädels von Kegel ist niedriger, flacher, als die des normalen Schädels; dort beträgt der Krümmungswinkel 136° , hier dagegen 127° , was einer stärkeren Wölbung entspricht (Figur 6 und Figur 7, *pw*).

Selbst am Hinterhauptbein schlägt das Verhältnis der Winkel noch nicht um: denn am Schädel der Norm beträgt der Winkel *io il* 110° , am Schädel von Kegel aber 114° ; der Winkel *il ib* 94° und 104° .

Dagegen zeigt allerdings der Krümmungswinkel der oberen Occipitalwölbung (*oow*) am Schädel der Norm 158° , am Schädel von Kegel 144° .

Die Niederlegung der Stirn am Schädel von Kegel spricht sich auch in dem Winkel sehr deutlich aus, welchen die Bregma-Nasionlinie (*br n*) mit der Basallinie *n b* bildet. Dieser Winkel springt im Schädel von Kegel stärker vor, er ist spitzer, als am Schädel der Norm; denn er beträgt bei diesem 81° , bei jenem nur 76° (Figur 6 und Figur 7). Doch ist von dem Thema der Stirnneigung an späterer Stelle (S. 160—166) noch manches andere mitzuteilen.

Hier aber haben wir uns jetzt mit dem ebenfalls interessanten Gegenstand der Neigung des *Hinterhauptloches* zu beschäftigen. Welche Menge von Untersuchungen hat seit Daubentons Zeit diese Pforte allein hervorgebracht! Nicht ohne weitgehende Aufschlüsse vielfacher Art gegeben zu haben, die sich bis in das Gebiet der aufrechten Haltung des Menschen erstrecken! Es würde sich sehr der Mühe verlohnen, eine vollständige Geschichte dieser Untersuchungen zu geben. Davon kann aber hier, wo das Foramen occipitale magnum nur ein kleines Beet in einem ausgedehnten Garten bildet, nicht die Rede sein. Es muss sich vielmehr darum handeln, ohne Umschweife und Aufenthalt gleich mitten in die Sache einzutreten.

Die Neigung des grossen Hinterhauptloches beurteile ich als die Neigung eines Gewölbstückes gegen den Schädelgrund. Dieser Neigung einer durchbrochenen Gewölbeabteilung folgt weiter hinten und oben ein ganzer Kranz anderer Neigungen und Gewölbeteile, an der Squama occipitalis allein deren zwei, mit dem Anschluss an das Parietale drei. Sie alle haben die Aufgabe, das Schädelgewölbe zu beginnen und weiterzuführen, um das Gehäuse für das Gehirn in geeigneter Weise gestalten zu helfen.

Eine Beziehung der Neigung des Foramen occipitale magnum auf eine *andere* Ebene und Linie als auf die Basalebene und Basallinie führt sehr leicht zu Unverständlichkeiten und entbehrt zugleich der morphologischen Berechtigung.

Betrachtet man zuerst die hinteren Glieder des Gewölbes an einem normalen Schädel, so sei als Unterlage Textfigur 7 gewählt, eine Konstruktion, welche nicht willkürlich erfunden, sondern einem

Medianschnitt durch den wohlgeformten Schädel eines erwachsenen Menschen getreu entnommen ist (Tafelfigur 7, Schädel der Norm).

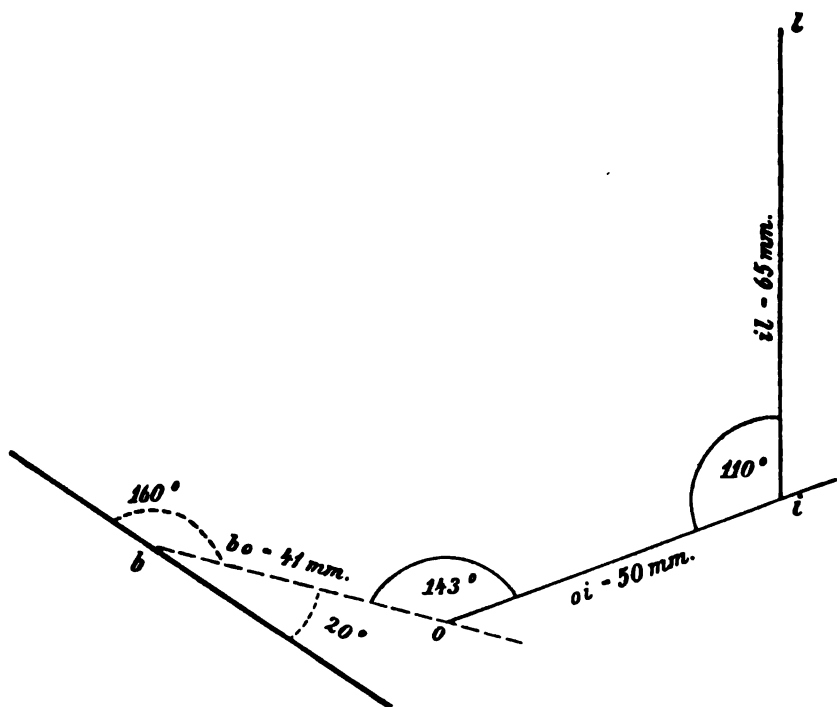


Fig. 7.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons des Schädels der Norm. *b* = Basion und Teil der Linea basalis externa; *o* = Opisthion; *i* = Inion; *l* = Lambda.

$$41 + 50 + 65 = 156.$$

$$20^\circ + 143^\circ + 110^\circ = 273^\circ.$$

Die Linie *b* ist ein Teil der äusseren Basallinie, die sich vom Nasion (*n*) zum Basion (*b*) erstreckt und über diesen hinaus sich verlängert. Bei *b* beginnt der durchbrochene Anfangsteil des Gewölbes, das Foramen occipitale magnum im Medianschnitt, und erstreckt sich zu *o*, dem Opisthion, dem hinteren Rand des Foramen. Das Foramen erhebt sich über die Basallinie in einem Winkel von 20°, geht also von der Basallinie ab in einem Winkel von 160°. Auf diesen Winkel kommt es zunächst an, der andere ist sein Ergänzungswinkel.

Bei weiterer Fortsetzung des Gewölbes folgt das Gebiet der Unterschuppe, mit der Linie *oi*, die sich vom Opisthion zum Inion

ausdehnt. Das Glied *oi* erhebt sich von der Fortsetzung der Linie *bo* in einem Winkel von 37° und steht zu *bo* selbst in einem Winkel von 143° .

Das folgende Glied, die Oberschuppe, *il*, vom Inion zum Lambda sich erstreckend, geht von dem vorausgehenden in einem Winkel von 110° ab, erhebt sich folglich über die Fortsetzung von *oi* in einem Ergänzungswinkel von 70° . So weit erstreckt sich das occipitale Gebiet mit drei Gliedern. Es folgt jetzt der Anschluss an das parietale Gewölbeglied in einem Winkel von 123° , dem ein Erhebungswinkel von 57° von der fortgesetzten *il*-Linie entspricht, die nicht mehr gezeichnet sind.

Es ist von Nutzen, ein zweites Beispiel (Textfigur 8) ins Auge zu fassen. *b* ist Basion und zeigt zugleich die Basallinie dieses Schädels an.

Das erste Glied des Gewölbes, *bo*, schliesst sich an die Basis an in einem oben offenen Winkel von 152° ; der ergänzende Winkel der Erhebung beträgt 28° . Das zweite Glied des Gewölbes, *oi'*, steht zu dem ersten in einem oben offenen Winkel von 150° ; der ergänzende Erhebungswinkel ist 30° . Das dritte Glied des Gewölbes, *il*, steht zu dem zweiten in einem oben offenen Winkel von 107° ; dessen Ergänzungswinkel ist 73° ; der Anschlusswinkel an das Parietale beträgt 127° , mit einem Ergänzungswinkel von 53° .

Der Anschluss des Foramen occipitale magnum an die Schädelbasis geschieht in diesem Falle also in einem um volle 8° weniger stumpfen Winkel, als im vorigen. Der zugehörige Schädel ist ein ausgesprochener Kurzschädel (Tschuktsche).

Wiederum anders stellen sich die Verhältnisse in einem dritten, letzten Fall, dem Schädel von *Kegel*, der hier noch darauf untersucht werden muss.

Am Schädel von *Kegel* (Fig. 9) geschieht der Anschluss des ersten Gliedes des Schädelsgewölbes, nämlich des Foramen occipitale magnum und der es seitlich begrenzenden Partes laterales des Occipitale, an die Basallinie in einem oben offenen Winkel von 159° . Der Ergänzungs- oder Erhebungswinkel von der Basallinie hat 21° .

Das zweite Glied des Gewölbes, die Unterschuppe *oi*, ist an das erste in einem oben offenen Winkel von 155° angefügt; der zugehörige

Ergänzungswinkel = 44° . Es folgt das dritte Gewölbeglied, die Ober-
schuppe i , mit einem Anschlusswinkel von 114° , mit einem Ergänzungswinkel von 66° . Der Anschluss dieses Gliedes an das nächst vordere,

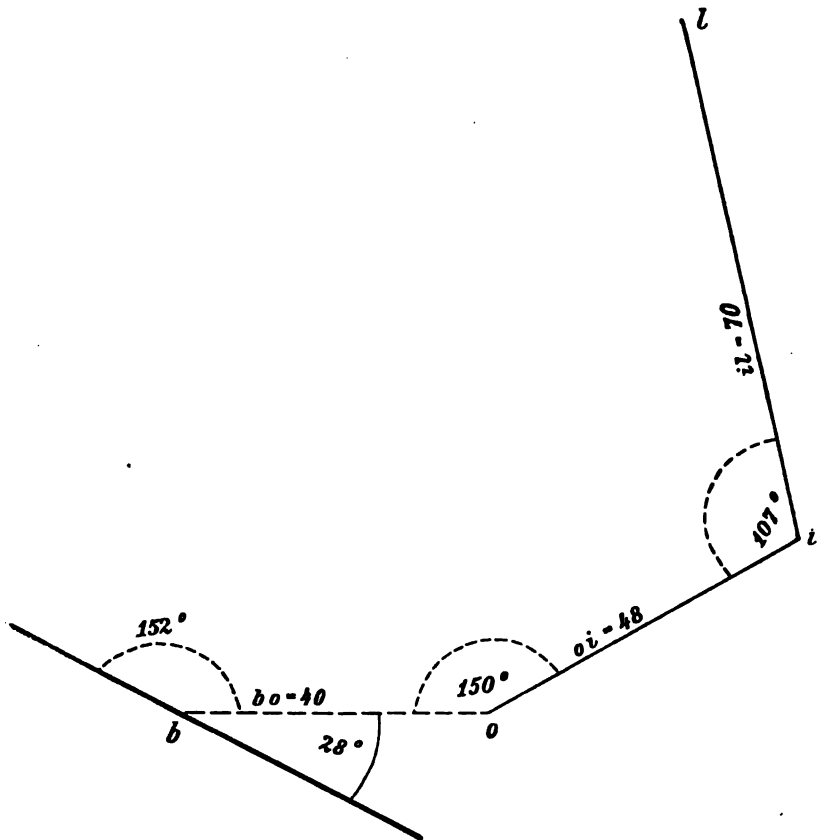


Fig. 8.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons des Schädels eines Tschuktschen.

b = Basion und Teil der Linea basalis externa. o = Opisthion; i = Inion;

l = Lambda. Die gestrichelte Gerade = For. occipitale magnum.

$$40 + 48 + 70 = 158.$$

$$28^\circ + 150^\circ + 107^\circ = 285^\circ.$$

das Parietale p , zeigt einen Winkel von 111° , die Ergänzung oder Erhebung also einen Winkel von 69° .

Stellt man die aufeinanderfolgenden vier Winkelwerte der betrachteten drei Schädel vergleichend zusammen, so gewährt die Zusammenstellung folgendes Bild:

	Basaler Winkel		Opisthionwinkel		Inionwinkel		Lambdawinkel	
	Komplement		Komp.		Komp.		Komp.	
Erster Schädel	160	20	143	37	110	70	123	57
Zweiter Schädel	152	28	150	30	107	73	111	69
Schädel von Kegel	159	21	155	23	114	66	111	69

Würde eine grosse Anzahl von Schädeln zur Vergleichung herangezogen werden, so würden sich gewiss noch beträchtlichere Schwankungen, aber auch viele Übereinstimmungen ergeben. Für den vorliegenden Zweck aber genügen jene drei Schädel.

Der Unterschied in der Winkelstellung des Foramen occipitale magnum zur Basallinie beträgt zwischen dem ersten und zweiten Schädel nicht weniger als 8°. Der Schädel von Kegel steht vom ersten Schädel nur 1° ab.

Wieviel betragen die *Summen* je aller Winkelwerte der drei Individuen?

$$\text{Erster Schädel } 20 + 37 + 70 + 57 = 184$$

$$\text{Zweiter Schädel } 28 + 30 + 73 + 69 = 200$$

$$\text{Dritter Schädel } 21 + 23 + 66 + 69 = 179.$$

Der Unterschied zwischen den Summen der Winkel des ersten und dritten Schädels ist nur klein, er beträgt 5; es tritt eine gewisse Ausgleichung ein.

Der Unterschied zwischen den Summen des dritten und zweiten Schädels ist grösser; er beträgt 21. Der zweite ist ein Kurzschädel. Vielleicht hängt der grössere Unterschied mit dieser Form zusammen.

Am Schädel von Kegel und der zugehörigen Figur 9 ist aber noch eine andere auf die Neigung des Foramen bezügliche Aufgabe zu erfüllen. Es könnte sich fragen, ob nicht etwa eine *andere* richtende Ebene und Linie geeigneter zur Untersuchung der Neigung sein könnte, als die hier verwendete Basale? Es ist daher der Versuch nicht zu vermeiden, die Frankfurter, die Würzburger, die Pariser Ebenen und Linien als richtende einzuführen.

Ist die Linie *gl* (Glabella-Lambda) die richtende (in der Figur 9 oben), so ist der Wert der Winkelstellung des Foramen 10°. Verschiedenheiten in der Winkelstellung sind hier zwar ebenso leicht zu

messen, als mit Verwendung der Basalen; auch *deren* Winkelstellung zur Glabella-Lambdalinie ist leicht zu messen; ebenso die Winkelstellungen der Linien *oi*, *il*, *lp*. Aber es kommen alle diese Winkel

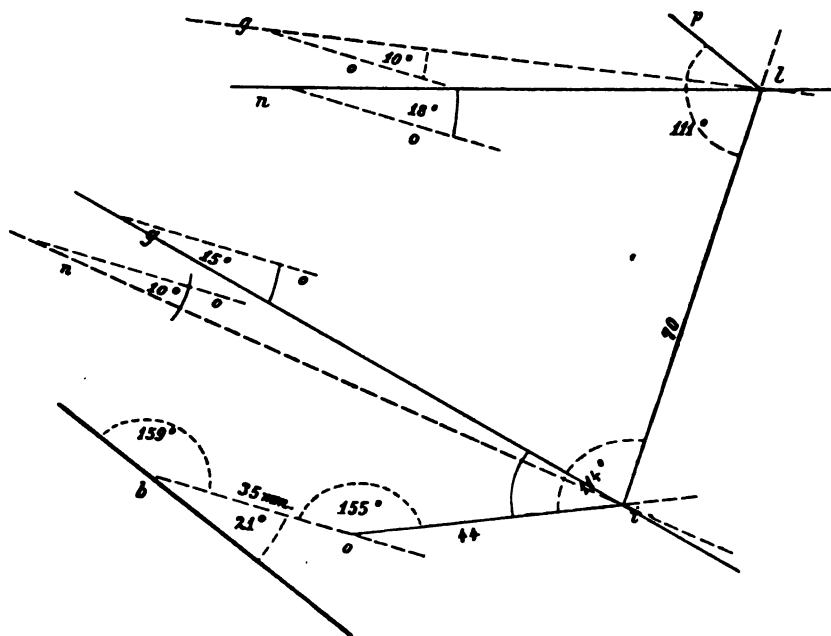


Fig. 9.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons von Kegel. *b* = Basion; starke Linie = Teil der äusseren Basallinie; *ni* = Nasion-Inionlinie; *gi* = Glabella-Inionlinie; *nl* = Nasion-Lambdalinie; *gl* = Glabella-Lambdalinie. *o* = Opisthion; *i* = Inion; *l* = Lambda.

$$35 + 44 + 70 = 149.$$

$$21^\circ + 155^\circ + 114^\circ = 290^\circ.$$

in eine seltsame Abhängigkeit von der Glabella-Lambdalinie, die notwendig den Zweifel erwecken muss, ob denn ein solcher Versuch auch gerechtfertigt sei.

Mit der Nasion-Lambdalinie als richtender — Foramen-Winkel $= 18^\circ$ — verhält es sich nicht anders. Ebenso mit der Glabella-Inionlinie — Foramen-Winkel $= 15^\circ$ —, und der Nasion-Inionlinie — Foramen-Winkel $= 10^\circ$. Die Glabella-Inionlinie und die Nasion-Inion-

linie schneiden den natürlichen Winkel am Inion (114°) rücksichtslos in zwei ungleiche Teile.

Man erhält mit den zur Vergleichung vorgeführten Richtungs-Ebenen und -Linien also zwar geometrisch richtige, aber unnatürliche Ergebnisse mit fremdartigen Beziehungen. Ungezwungen und naturgemäss folgen Linien und Winkel nur dann aufeinander, wenn die *basale Linie* zur richtenden angenommen wird.

Zur Ergänzung des bisher über die Neigung Gesagten ist noch folgenden Fällen Beachtung zu schenken.

Am Medianschnitt des Schädels eines *neugeborenen Menschen* untersucht, verhält sich die Neigung des Foramen occipitale magnum und der Nachbarteile folgendermaassen:

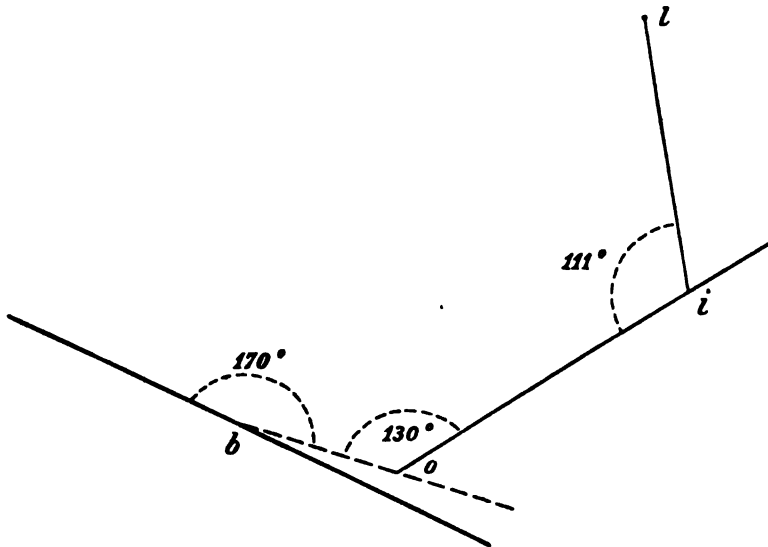


Fig. 10.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons eines neugeborenen Menschen. *b* = Basion und Teil der äusseren Basallinie. *o* = Opisthion; *i* = Inion; *l* = Lambda. Die gestrichelte Linie *bo* = For. occipitale magnum.

Die Entfernung des Nasion vom Basion beträgt 59 mm; das Foramen occipitale magnum hat eine Länge von 21 mm. Vom Opisthion ist das Inion 46 mm, vom Inion das Lambda 37 mm entfernt.

An die äussere Basallinie, Figur 10, *b*, schliesst sich das Foramen occipitale magnum in einem sehr stumpfen Winkel an, der 170° be-

trägt; das Foramen ist also gegen die Basallinie in einem Winkel von nur 10° geneigt.

Die Unterschuppe grenzt an die Medianlinie des Foramen in einem Winkel von 130° ; der Erhebungswinkel ist also 50° . An die Unterschuppe schliesst sich die Oberschuppe in einem Winkel von 111° ; der Erhebungswinkel ist folglich 69° .

Auffallend ist nicht allein die geringe Erhebung der Foramen-Mediane von der Basallinie (10°), sondern auch die Länge der Unterschuppe, die Kürze der Oberschuppe; das Kleinhirn ist hier verhältnismässig gross, der Hinterlappen des Endhirns klein.

Die starke Neigung der Unterschuppe gegen die Foramen-Mediane ist um so auffallender, als beim menschlichen Fötus die Dinge ganz anders liegen und an die Verhältnisse bei Tieren sich anreihen. Figur 11 zeigt die Linien und Winkelwerte, die dem Medianschnitt des Schädels eines menschlichen Fötus aus der Mitte des fünften Monats entsprechen.

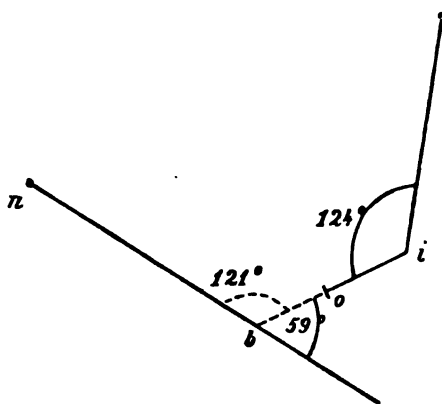


Fig. 11.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons eines menschlichen Fötus von 4–5 Monaten. nb = Nasion-Basionlinie; o = Opisthion; i = Inion; l = Lambda. Die gestrichelte Gerade = For. occipitale magnum.

Die äussere Basallinie n bis b hat hier eine Länge von 36 mm. Die Länge des Foramen occipitale magnum ist 10, die der Unterschuppe 12, die der verhältnismässig sehr langen Oberschuppe 32 mm. Die Mediane des Foramen occipitale magnum schliesst sich an die Basallinie in einem oben offenen Winkel von 121° ; sie erhebt sich also von der Basallinie sehr stark, in einem nach aussen offenen Winkel von 59° ; ihre Neigung ist also sehr klein. Der Medianschnitt der Unterschuppe setzt die Mediane des Foramen

einfach nach hinten oben fort; der Anschluss geschieht also in einem Winkel von 180° ; nicht mehr als 0° ist also der Erhebungswinkel der

Unterschuppe. An diese grenzt die Oberschuppe mit einem innen offenen Winkel von 124° ; ihr Erhebungswinkel ist folglich 56° .

Diese Stellung der Foramen-Mediane des menschlichen Fötus aus der Mitte der Fruchtzeit ist dem Verhalten sehr nahe, das sich bei der erwachsenen Hauskatze findet. Hierüber belehrt Fig. 12. Die Linie nb zeigt die äussere Basallinie, welche sich vom Nasion zum Basion erstreckt und bis

zu diesem Punkt 58 mm Länge hat.

Das Foramen magnum ist 10,5, die Unterschuppe (oi) 18 mm lang. Die

Basallinie nb lässt sich bei der Katze, dem Hunde usw. für den vorliegenden

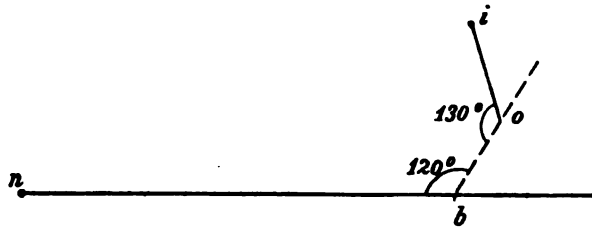


Fig. 12.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons einer erwachsenen Katze. nb = Nasion-Basionlinie; o = Opisthion; i = Inion; bo = Foramen occipitale magnum.

Zweck benutzen, obwohl sie am grössten Teil der langen Schädelbasis sehr schräg verläuft und sich mit ihrem vorderen Ende stark erhebt. Aber die Aufrichtung der Siebplatte bedingt diese Erhebung und rechtfertigt zugleich wieder die Annahme des Nasion als vorderen Endpunktes der äusseren Basallinie. Zur Basallinie steht die Mediane des Foramen magnum in einem oben offenen Winkel von 120° ; der Erhebungswinkel ist also 60° ; beim menschlichen Fötus betrug er 59° .

An das Foramen schliesst die Unterschuppe in einem einwärts offenen Winkel von 130° ; der zugehörige Erhebungswinkel ist demnach 50° .

Anders beim *Haushund*. Die Nasion-Basionlinie ist in Figur 13 bei b sichtbar, wo auch das Basion seine Lage hat. Die ganze Entfernung des Basion vom Nasion beträgt an dem mir vorliegenden Schädel 114 mm. Zu dieser Linie ist die Mediane des Foramen magnum in einem Winkel von 90° aufgestellt; der Erhebungs-, nach gewöhnlicher Ausdrucksweise Neigungswinkel ist also ebenfalls 90° . An die Mediane des Foramen magnum schliesst sich die Unterschuppe (oi) in einem einwärts offenen Winkel von nicht weniger als 163° an. Der Erhebungswinkel hat hier also einen Wert von 17° .

Die wirkliche Länge des Foramen magnum, ebenso der Unterschuppe, ist die in der Figur 13 wiedergegebene; die des Foramen magnum beträgt 16, die der Unterschuppe 36,5 mm.

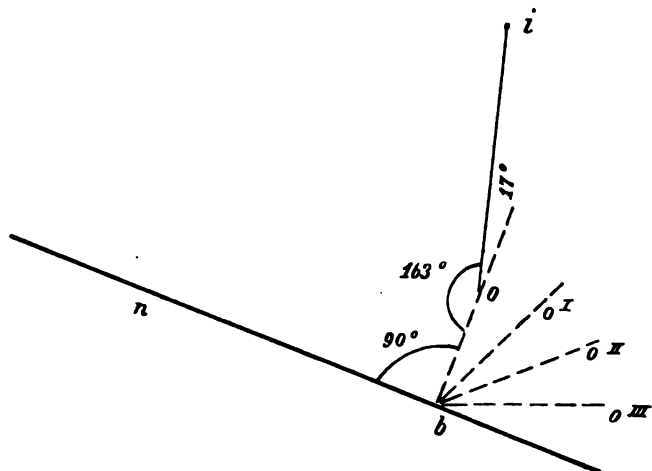


Fig. 13.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons eines erwachsenen Hundes. *nb* = Nasion-Basionlinie; *o* = Opisthion; *i* = Inion; *bo* = Foramen occipitale magnum.

Vergleicht man dieses Verhalten der Mediane des Foramen occipitale magnum und der beiderseits angrenzenden Knochen dieses intelligenten Haustieres mit den bezüglichen Linien des neugeborenen oder erwachsenen

Menschen, so wird es deutlich, welchen *Sinn* die Umlegung der Ebene des Foramen nach hinten und unten hat. Der Innenraum des Schädels wird dadurch nach hinten vergrössert, wie die Linien *bo'*, *bo''*, *bo'''* darlegen. Der Opisthionwinkel (163° , 17°) braucht, wenn er schon gross ist, sich dabei gar nicht zu vergrössern; ebenso der Lambdawinkel. Vergrösserten auch diese sich, so gibt es Überfluss an Raum. Nicht allein aber auf die Umlegung kommt es an, sondern auch auf die *Längen* der sich umlegenden Glieder des Gewölbes. Wichtig ferner ist der Umstand, dass die Umlegung nach hinten und unten gleich mit dem *ersten* Gliede des Gewölbes beginnt, mit dem Foramen magnum und den es begrenzenden Partes laterales.

Man kann diesen Vorgang der Umlegung des Foramen magnum mit den Partes laterales usw. die *occipitale* Entfaltung des Gewölbes nennen. Am entgegengesetzten Ende der Basis vollzieht sich mit entsprechendem Erfolg die *frontale* Entfaltung: das ist die Aufrichtung der Squama frontalis. Nicht genug; es kommt auch noch eine auf

beiden *Seiten* des Schädels Platz greifende Umlegung hinzu, an der die Squama temporalis, die Pars mastoidea, die Ala magna des Keilbeins, das Parietale jederseits zunächst beteiligt sind; dies ist die *temporale* Entfaltung. Der ganze bedeutungsvolle Entfaltungsvorgang erinnert lebhaft an die Entfaltung der Blütenblätter einer Knospe, beispielsweise einer Tulpe, bei der die Entfaltung ebenfalls nach allen Seiten statt hat.

d) *Ausseres Wölbungs-Polygon.*

Für Messungen am Schädelgewölbe scheint dessen Zusammenfügung aus einzelnen Knochen einen selbstverständlichen Anhaltspunkt und eine Mahnung abzugeben. So wurde oben ein Schädel-Vieleck beschrieben, welches sich in seiner Zusammensetzung ganz an die Knochenenden des Gewölbes hält. Man kann es das mediane Vieleck der Knochenränder oder Knochenenden nennen.

Man kann aber auch einen anderen Weg einschlagen, von den Knochenenden ganz absehen, in der *Form* des Gewölbes gelegene Hinweise benützen und zusehen, wohin dieser Weg führt und wie die bei seinem Betreten gewonnenen Ergebnisse zu den früheren sich stellen. Die in der Form des Schädelgewölbes gelegenen Hinweise sind seine stärksten Wölbungen; deren gibt es am menschlichen Schädel vor allem drei, eine frontale, eine parietale und eine occipitale. Die letzte kann noch in eine obere und untere zerlegt werden. Die Fusspunkte des Gewölbes sind immer die gleichen, sie fallen mit den Endpunkten der Basis zusammen. Ein auf dieser Grundlage hergestelltes Vieleck ist ein solches der *Wölbungen*. Möglicherweise ist ein derartiges Vieleck besser begründet, als das Vieleck der Knochenränder des Gewölbes. Denn die Knochenenden ziehen die *flachen* Teile des Gewölbes vor. Das Parietale liegt zwischen Frontale und Occipitale eingeschaltet wie der unselbständigste aller Knochen; als wäre es ein oberer Teil des Occipitale und ein hinterer Teil des Frontale. Beide eignen sich Teile von ihm an. Wenn aber auch der Versuch mit dem Wölbungsvieleck weniger erfolgreich sein sollte, als es anfänglich scheinen mag, so ist der Schädel ein Körper, um dessen Verständnis

jede Mühe ihr Recht hat. Unverdrossen wollen wir daher ein Wölbungspolygon ins Auge fassen.

Tafelfigur 13 zeigt ein solches Wölbungspolygon des *Schädels von Kegel* in gestrichelten Linien.

Die erste Ecke des Vielecks liegt an der Frontalwölbung, bei fw' ; abwärts zur Schädelbasis, zum Nasion, führt die Ergänzungslinie $fw' n$; rückwärts führt die Hauptlinie $fw' pw'$, von der frontalen zur parietalen stärksten Konvexität; ihre Bahn zieht in ansehnlicher Entfernung der Nasion-Lambdalinie parallel. Die folgende Hauptlinie erstreckt sich von der parietalen Wölbung entweder zum Inion herab, als dem Mittelpunkt der gesamten Occipitalwölbung; oder zuvor zur oberen Occipitalwölbung und von da zum Hypo-Inion; vom Inion aus geht die letzte Ergänzungslinie zum Basion.

Jene Linie, die von der oberen Occipitalwölbung (oow') zur unteren Occipitalwölbung (i'' , Hypo-Inion), zog, hat nunmehr noch ihren Anschluss an die Schädelbasis zu gewinnen durch die Linie $i'' b$. Mit diesem Anschluss ist auch das Vieleck geschlossen.

Sehen wir von der eigentümlichen Gestalt und dem Flächeninhalt dieses Polygons einstweilen ab — welches sind seine *Seitenlängen*?

Die Seitenlängen des äusseren Wölbungspolygons des *Schädels von Kegel* sind folgende:

$fw' n$	=	54 mm		
$fw' pw'$	=	122 "		
$pw' i'$	=	119 "	$pw' oow' = 88$	$oow' i'' = 59$
$i' b$	=	77 "		$i'' b = 59$
bn	=	104 "		

So verhält es sich mit den Seitenlängen des Wölbungspolygons des Schädels von *Kegel*. Aber es ist wichtig, die Seitenlängen des Wölbungspolygons eines *normal* gestalteten Schädels kennen zu lernen. Dieser normale Schädel ist derselbe, der uns schon bei der Betrachtung der Polygone der Knochenränder gedient hat.

Am *Schädel der Norm* liegen folgende Seitenlängen des Wölbungspolygons vor:

$fw n$	=	55 mm		
$fw pw$	=	122 "	$pw oow = 89$	$oow uow = 63$

$$pw\ i = 124\text{ mm}$$

$$uow\ b = 64$$

$$ib = 87\text{ „}$$

$$bn = 104\text{ „}$$

Sehr auffallend ist bei der Vergleichung beider Reihen die Gleichheit der Längen der Fronto-Parietallinien *fw pw*. Sie scheint bereits anzudeuten, dass der betretene Weg nicht vergeblich war.

Die ebenfalls wichtige Linie *ib* ist am Schädel von Kegel um 10 mm kürzer. Die übrigen Werte sind nicht sehr verschieden.

Eine Summierung je der zusammengehörigen Summanden ergibt für beide Individuen folgende Beträge:

$$K = 54 + 122 + 119 + 77 + 104 + 88 + 59 + 59 = 682.$$

$$N = 55 + 122 + 124 + 87 + 104 + 89 + 63 + 64 = 708.$$

Auf den Schädel der Norm entfällt hiernach ein nicht sehr beträchtliches, aber, da die Konvexitäten in Frage stehen, sehr wohl zu verstehendes Mehr von 26 mm.

Nicht ohne Erfolg wird es hiernach sein, auch die *Winkelbeträge* der beiden Polygone ins Auge zu fassen.

	Winkel der Frontalwölbung	der Parietal- wölbung	der oberen Occip.-Wölb.	der unteren Occip.-Wölb.	bei <i>i</i>	bei <i>b</i>	bei <i>n</i>
		gross. klein.				gr. kl.	
<i>K</i>	125	107 89	112	127	82	150 145	94
<i>N</i>	116	108 96	125	110	80	153 141	104

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass grössere Unterschiede der Winkelwerte vorhanden sind:

1. in der Frontalwölbung; ein Mehr von 9 bei *K*;
2. in der oberen Occipitalwölbung; ein Mehr von 13 bei *N*;
3. in der unteren Occipitalwölbung; ein Mehr von 17 bei *K*;
4. in dem Nasion; ein Mehr von 10 bei *N*.

Die Erklärung des 4. Unterschiedes ist nicht schwer. Es spricht sich in ihm mit aller Deutlichkeit die Niederlegung des Stirnbeins bei *K* aus. Das Gleiche gilt auch für den 2. Unterschied, der sich auf die Frontalwölbung bezieht.

Die grossen Unterschiede im Winkel an den beiden Occipitalwölbungen, der oberen und der unteren, wobei das Mehr der oberen

bei N , das Mehr der unteren bei K liegt, weisen ebenfalls deutlich auf die Niederlegung der Stirn bei K als Ursache hin, die ihren Einfluss nicht auf die Stirn beschränkt, sondern bis auf die entferntesten Gegenden des Schädels erstreckt hat. Vorläufig ist indessen nur die Tatsache für uns von Bedeutung, dass die Gegend des Hypo-Inion eine kleine *Hebung* erfuhr. Diese Hebung hat den eigenen Winkel des Hypo-Inion notwendigerweise vergrößert, den Winkel an der oberen Occipitalwölbung aber entsprechend verkleinert. An späterer Stelle ist auf dies Verhältnis zurückzukommen.

Zählt man die Winkelwerte der beiden äusseren fünfseitigen Wölbungspolygone zusammen, so ergeben sich folgende zwei Summen:

$$\text{bei } K = 125 + 89 + 82 + 141 + 94 = 531;$$

$$\text{bei } N = 116 + 96 + 80 + 141 + 104 = 537.$$

Die normale Summe der Winkelbeträge im fünfseitigen Polygon = 540.

Zählt man dagegen die Winkelwerte beider sechseitigen Wölbungspolygone zusammen, so haben wir

$$\text{bei } K = 125 + 107 + 112 + 127 + 150 + 94 = 715;$$

$$\text{bei } N = 104 + 116 + 108 + 125 + 110 + 153 = 716.$$

Die normale Summe im sechseitigen Polygon = 720.

e) Winkel zwischen Hirn- und Gesichtsschädel von Kegel.

1. Die obere Campersche Linie (vorspringendster Punkt der Stirn, vorspringendster Punkt des Gebisses des Oberkiefers) begrenzt mit der unteren (Mitte der Ohröffnung, Boden der Nasenhöhle) einen Winkel von 89° : Campers Gesichtswinkel.
2. Die untere Campersche Linie schliesst mit der Basallinie (Nasion, Basion) einen Winkel von 27° ein.
3. Die Linie Nasion — medianer Alveolarpunkt der Maxilla schliesst mit der Nasion-Basionlinie einen Winkel von 67° ein.
4. Die Fronto-Glabellarlinie (vorspringendster Punkt der Stirnwölbung, Glabella) begrenzt mit der unteren Camperschen Linie einen Winkel von 59° .
5. Zur Linie Nasion-Inion steht die Linie Nasion-Alveolarpunkt der Maxilla in einem Winkel von 102° .

6. Norma verticalis und occipitalis.

Von Schädelnschnitten ist im vorhergehenden Kapitel nur der mediane, und zwar vorerst nur sein Umriss, oder das Profil der Norma lateralis in Betrachtung gezogen worden. Es wäre jetzt am Platze, auch einen oder einige Umrisslinien von Horizontal- und von Frontalschnitten des gleichen Schädels — alle diese Schnitte bezogen auf die Basalebene oder eine andere für passend erachtete Ebene — zu untersuchen.

Diese Aufgabe aber lässt sich am Schädel von Kegel nicht erfüllen, da er nicht weiter zerlegt werden soll und da es auch auf einfachere Weise gelingt, Umrisslinien, die aufeinander senkrecht stehen oder einander parallel laufen, zu gewinnen.

An Stelle eines horizontalen Schädelnschnittes, welcher der Basalebene parallel angelegt ist, wollen wir daher eine ganze obere Horizontalansicht des Schädels ins Auge fassen. Auf einen inneren Umriss, den ein horizontaler Sägeschnitt neben dem äusseren zu Tage treten liesse, müssen wir dabei freilich verzichten und uns mit dem äusseren allein begnügen.

Textfigur 14 zeigt den Schädel von Kegel verkleinert in Norma verticalis, die so orientiert wurde, dass die Basalebene des Schädels senkrecht zum Auge des Beobachters liegt.

Vom Occipitale ist bei dieser Aufstellung nur ein kleiner Teil der Oberschuppe sichtbar, die einen schmalen und niedrigen, ziemlich symmetrischen und mit einer leichten medianen Einsenkung versehenen, nach hinten konvexen Vorsprung des Hinterschädels bedingt.



Fig. 14.
Norma verticalis des Schädels
von Kegel. $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$.

Von den lateralen, zugespitzten Enden der Oberschuppe wendet sich die Umrisslinie vor-lateralwärts und erreicht alsbald die Gegend der Tubera parietalia, um darauf in flachem Bogen das frontale Gebiet zu erreichen. Der rechtsseitige Bogen ist dem linksseitigen

nicht ganz symmetrisch. Der linke Bogen ist vor dem Tuber parietale eingedrückt, der rechte etwas voller. In der Nähe und bei dem Überschreiten der Sutura coronalis erfolgt jederseits eine leichte, links etwas stärkere Ausbiegung der Umrisslinie. Diese gelangt darauf zur Stelle der postorbitalen Einschnürung, des Jochfortsatzes des Stirnbeins und der Augenbrauenwülste.

Auf beiden Seiten ist vor der Gegend des Tuber parietale ein feiner, links stärkerer Randstreifen der Squama temporalis sichtbar, der sich in den flachen, links ein wenig mehr vorspringenden Arcus zygomaticus fortsetzt.

Ein sehr eigentümliches Bild geben die Augenbrauenwülste, wie sie bei günstiger Beleuchtung hier hervortreten. Diese Ansicht ergänzt die in den Figuren 3 und 4 gegebenen, indem die beiden letzten die supraorbitale Gegend von unten, die vorliegende Ansicht sie dagegen von oben her betrachtet darstellt. Die Neigung der vorderen Ränder beider Augenbrauenwülste gegeneinander und gegen die Mediane ist leicht messbar; der nach hinten offene Winkel, in welchem beide Ränder nach vorn konvergieren, hat einen Wert von nahe 120° ; sie stehen folglich zur Mediane in einem Winkel von 60° .

Der Rand beider Wülste ist nicht gerade, sondern zeigt sich aus einem lateralen und einem medialen konvexen Teil zusammengesetzt, welche durch einen sanft konkaven Teil miteinander verbunden werden. Die laterale Konvexität ist sehr flach, die mediale stark vorspringend; sie gleicht mehr einer abgerundeten Ecke. Von dieser Ecke an sinkt die Umrisslinie ein; zwischen beiden Ecken ist ein Einschnitt vorhanden, eine Incisura glabellaris. Diese besteht aus den beiden medialen Abhängen der Supraorbitalwülste und einem schmalen Verbindungsstück, dem Sulcus glabellaris. Innerhalb der Incisur tritt ein Teil der Nasalia deutlich zu Tage.

Sehr bestimmt macht sich bei dieser Ansicht auch die Fossa supraglabellaris geltend. Ihr hinterer Rand ist jene Furche, Sulcus limitans, welche die Pars cerebralis der Squama frontalis von der Pars supraorbitalis in nach vorn konvexem Bogen scheidet. Wo aber die Furche vom lateralen Gebiete aus sich dem medialen nähert, da gabelt sie sich spitzwinkelig. Ihr vorderer Arm ist stärker vorwärts

konvex, verbindet sich median mit der entsprechenden Furche der Gegenseite und umschliesst nunmehr ein, der Fossa supraglabellaris angehöriges, sanft gewölbtes Feld von Halbmondform, das man Lunula glabellaris nennen kann.

Während die vorderen Ränder der Supraorbitalwülste mit ihren lateralen Enden rückwärts auseinanderweichen, sehen wir umgekehrt die lateralen Enden der Sutura coronalis vorwärts konvergieren, doch in stumpferem Winkel. Der Angulus frontalis des Parietale dextrum ist spitzer, greift etwas über die Mediane hinaus nach links, während das Parietale sinistrum an der gleichen Stelle sich etwas abstumpft, so dass der Winkel des rechten sich auf den linken etwas hinüberlegt. Das vordere Ende der Sutura sagittalis und mit ihm das Bregma werden aus ihrer normalen Lage dadurch ein wenig abgelenkt.

Die Sutura sagittalis liegt nicht ganz median; sie weicht mit ihrem vordersten Ende, wie eben gesagt, etwas nach links ab; in ihrem Zuge nach hinten dagegen weicht sie stärker nach der rechten Schädelseite ab, so dass die Fläche des linken Parietale etwas grösser ist, als die des rechten. Von dem Verschwinden der Pfeilnaht in der Gegend der ein wenig unsymmetrisch gestellten Foramina parietalia war bereits bei Betrachtung der Nähte die Rede.

Bei der Betrachtung der Sutura sagittalis kann man nicht umhin, des meist unbeachtet bleibenden Umstandes zu gedenken, wie leicht Knochen im stande sind, die Mediane zu überschreiten und auf die Gegenseite zu gelangen. Jede mediane Zackennaht zeigt dieses Verhalten mehr oder weniger deutlich, auch, wo sie vorhanden ist, die Sutura frontalis und ihre supranasalen Reste. Im vorliegenden Falle freilich ist die Sutura sagittalis (an einzelnen Stellen auch die Coronalis) im Verstreichen begriffen; hier beginnen beide Seiten, wie es früher schon mit den beiden Hälften des Frontale geschah, ineinander überzugehen.

So hat uns jetzt noch ein *frontaler Umriss* zu beschäftigen, ein äusserer, dem der innere nicht ergänzend zur Seite treten kann. Ist der zu betrachtende frontale Umriss auch aus keiner geometrischen Aufnahme hervorgegangen — bei dem vorhergehenden horizontalen war es nicht anders —, so ist er doch im ganzen geeignet, ein zutreffendes Bild zu entwerfen.

Die Aufstellung des Schädels von Kegel, bevor er geteilt war, geschah zur Gewinnung der Norma occipitalis, die uns Textfigur 15



Fig. 15.

Norma occipitalis des Schädels

von Kegel. $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$.

zeigt, in der Weise, dass die Linea basalis dem Auge des Beobachters als ein Punkt erschien, die basale Ebene aber als eine quere Linie. Diese Ansicht steht zur vorhergehenden also senkrecht; der Schädel ist um eine quere Achse um 90° mit der Stirn abwärts gedreht worden.

Die äussere Grenzlinie der Figur zeigt uns unten einen fast quer liegenden Teil, der medial nur leicht nach unten konvex mit mehreren Vorsprüngen und Einbuchtungen versehen ist und lateral mit den Processus mastoidei abschliesst.

Von der Spitze des Processus mastoideus aufwärts ziehend, wird die der Pars mastoidea angehörige Konvexität der Umrisslinie durch eine ziemlich beträchtliche Einschnürung geschieden von einer zweiten Konvexität, welche von der kräftig ausgebildeten Crista supramastoidea hervorgebracht ist. Sie läuft aufwärts in einen feinen Randteil der Schuppe aus und erreicht, abgesehen von dem Aussenwerke der Crista supramastoidea, hier die Stelle der grössten Schädelbreite. Weiter nach oben ziehend, neigt sich die Umrisslinie bis zur Erreichung des Tuber parietale nur wenig medianwärts. Hier aber erfolgt eine starke, abgerundet winkelige Umbiegung: die Linie gelangt zur Gegend der ausgedehnten Scheitelabdachung, welche nur leicht gewölbt den am höchsten gelegenen Medianpunkt gewinnt, um sich mit der anderen Hälfte der Umrisslinie zu verbinden. Diese zweite Hälfte hat eine zur ersten nicht ganz symmetrische Bahn. Ihr Tuber parietale springt weniger scharf vor; die von unten kommende Abteilung der Umrisslinie ist stärker gewölbt, das Tuber liegt etwas niedriger; der höchst gelegene Punkt der Umrisslinie ist ein wenig nach links verschoben.

Von allen auf der Oberfläche der Knochen auftretenden Besonderheiten ist schon früher berichtet worden.

Neben dem Stabe, der in der Gegend des Hypo-Inion den Schädel stützt, sind die unteren Teile der Processus pterygoidei des Keilbeins, die hinteren Ränder des Processus alveolaris des Oberkiefers, der letzte (links) und vorletzte (rechts) Molaris, in der Mitte unten dagegen Teile des harten Gaumens in schräger Ansicht zu bemerken.

II. Innere Untersuchung.

1. Innenwand des Schädels.

Rechte Schädelhälfte.

An der Facies cerebralis der Squama frontalis fallen an drei Stellen kleine Knochenauswüchse auf. Zwei von diesen Stellen liegen in der Nachbarschaft der Mediane, die untere 3 cm vom vorderen Ende der Lamina cribrosa entfernt, die obere 3–4 cm vom Bregma. 2 cm lateral von dieser liegt der dritte Auswuchs.

Der dritte Auswuchs ist ein plattes, mit breiter Fläche aufsitzendes Gebilde von ovaler Form, 5 mm langem, 3 mm kurzem Durchmesser, zugespitztem, etwas unterminiertem Rand, gewölbter Oberfläche und 1 mm Höhe in der Mitte. Seine Oberfläche ist feinhöckerig, seine Festigkeit gross, wie die des Knochens. Er sitzt fast quer auf einem longitudinalen Jugum cerebrale. Seine Farbe ist ganz die der gesamten Innenfläche selbst, ein sehr helles Braun.

Der zweite Auswuchs, medial vom dritten, 1 cm von der Mediane gelegen, ist weniger scharf umschrieben, im wesentlichen ebenfalls oval gestaltet, 9 mm lang, 5 mm breit, längs seiner Mitte 1,5 mm hoch, mit schräg gestellter Längsachse. Seinem vorderen Rand nahe sitzt ein kleines flaches Höckerchen derselben Art. In der Nähe seines hinteren Randes sind einige flache, ganz niedrige Wülste von geringem Durchmesser wahrzunehmen.

Der erste Auswuchs, von der Mediane gleichfalls 1 cm entfernt, ist 11 mm lang, 2 mm breit, 1 mm hoch, zerfällt durch eine Einschnürung in zwei ungleiche Teile, einen medialen oberen, und einen lateralen unteren. Ein kleineres Höckerchen der gleichen Art befindet sich medial von dem oberen Höcker. Einen halben Zentimeter vom lateralen Auswuchs folgen zwei dicht beisammenliegende niedrige und

stumpfe Hervorragungen in longitudinaler Lage, welche vielleicht ebenfalls zur Reihe der pathologischen Exostosen gehören.

Da diese Gebilde alle gerade dem Stirnbein angehören, welches sich durch ungewöhnliche Neigung auszeichnet, so sind sie sicher besonders beachtungswert. Es kommt hinzu, dass das Schädeldgewölbe im ganzen eine ungewöhnliche Dicke und Schwere besitzt. Vor allem stark ist gerade die innere Compacta. Sieht man aber von der Gegenwart jener Auswüchse ab, so zeigt sich die Innenfläche des Schädeldgewölbes und der Schädelbasis wesentlich normal beschaffen. Die gesamte Oberfläche ist glatt, alle arteriellen und venösen Gefässfurchen sind bis in die feineren Verästelungen hinein scharf ausgeprägt.

Juga cerebralia und Impressiones digitatae sind an verschiedenen Stellen, wie immer, verschieden mächtig, am flachsten im oberen parietalen und im occipitalen Gebiet. Auch im medialen Teil der Orbitalplatte und der Schuppe des Stirnbeins sind die Eindrücke und Erhabenheiten niedrig; stark dagegen im lateralen Teil der Orbitalplatte und der Schuppe des Stirnbeins, vor allem im ganzen Gebiete der Schläfenschuppe und des grossen Flügels des Keilbeins. Ausgüsse der Schädelhöhle, die ich später vorzunehmen gedenke, haben hiernach Aussicht, sowohl schöne anatomische Präparate zu werden, als auch zur genaueren Ermittlung der Hirnwindungen des Mannes von Kegel gute Dienste leisten zu können.

Foveolae granulares (Pacchionische Grübchen) von flacher Form finden sich längs des Sulcus sagittalis im ganzen Bereich des Frontale und der vorderen Hälfte des Parietale. Mündungen von Knochenvenen liegen an zerstreuten Stellen, einige grössere unterhalb der Protuberantia occipitalis interna, neben der Mediane.

Von anderen Besonderheiten sind folgende bemerkenswert. Die Spina ethmoidalis ist lang und breit, vorn in zwei kleine Arme geteilt.

Nahe dem hinteren Rand der vorderen Schädelgrube, in der Gegend der grössten Konkavität dieses Randes, befindet sich ein grosses, von Hyrtl so genanntes Os intercalare spurium.

Der Limbus sphenoidalis ist in der Mediane kaum angedeutet,

desgleichen der Sulcus opticus, welcher erst ganz in der Nähe des Foramen opticum sich bestimmter ausprägt. Ebenda, also lateral, zeigt auch der Limbus sphenoidalis bessere Entwicklung und geht in die obere weit ausgeschnittene Umrandung des Foramen opticum über. Das Tuberculum sellae ist ein scharfer Vorsprung, eine im Medianschnitt aus Compacta bestehende Ecke, deren lateraler, vorwärts konvexer Rand leistenähnlich in die untere Umrandung des Foramen opticum übergeht.

Die Lingula sphenoidalis ist sehr hoch, so dass ihr Ende die Spitze der Pars petrosa fast berührt und ein fast geschlossener Knochenring für die Aufnahme der Arteria carotis interna zustande kommt.

Der Porus acusticus internus ist von einem weiten trichterförmigen Zugang umsäumt, der sich erst allmählich zum eigentlichen Porus verengert. Dessen obere Umrandung ist ein mächtiger abgerundeter Knochenwulst der Pars petrosa.

Die Apertura externa aquaeductus vestibuli ist ebenfalls weit, mit mehreren Einschnitten versehen.

Fossae occipitales und cerebellares sind geräumig, schön gerundet.

Der Sulcus venosus sagittalis nimmt seinen Hauptweg in den Sulcus transversus dexter.

Der Clivus zeigt in der Nähe seines unteren Endes die schon früher (S. 61) beschriebenen Eigentümlichkeiten.

Von den inneren *Nähten* war ebenfalls schon früher die Rede.

Linke Schädelhälfte.

Auch an der Innenfläche der *linken* Schädelhälfte kommen kleine Exostosen vor und wiederum am Stirnbein allein. Doch fallen sie weniger auf als rechts. Einer der kleinen Knochenauswüchse liegt 10 mm entfernt von der Mediane, 30 mm vom Foramen coecum. Seine Form ist die eines kleinen Hufeisens, dessen Konvexität rückwärts gewendet ist; die Seiten sind gegen 3—4 mm lang, die Höhe beträgt kaum 1 mm. Die Ränder sind scharf begrenzt, etwas unterminiert, die Oberfläche gewölbt.

10 und 15 mm weiter lateral liegen zwei unregelmässig gestaltete Höcker der gleichen Art, von welchen der nähere einem Konglomerate

kleiner Höckerchen gleicht, während der fernere ovale Form und glatte Oberfläche besitzt. Dessen Länge beträgt 7, seine Breite 3—4 mm, doch ist der vordere Rand nur unscharf abgegrenzt.

Einige kleine Höckerchen befinden sich in der Nähe, am Übergang der Pars orbitalis in die Squama, auf den Kuppen von hier gelagerten Jugu cerebralia.

Ein anderes, scharf begrenztes, aber flaches Tuberculum von rundlicher Form, abgerundeter Oberfläche, teilweise unterminiertem Rand liegt an der Innenfläche der Facies temporalis der Squama, einen Zentimeter vor der inneren Sutura coronalis. Sein Durchmesser beträgt 3—4 mm.

Flache Gruben zur Aufnahme von Büscheln kleiner Zotten der Arachnoidea sind auch auf dieser Schädelhälfte nahe der Mediane des Frontale und des Parietale wahrzunehmen. Eine tiefere, auf ihrem Boden von sekundären Grübchen eingenommene, vorn wallartig aufgeworfene längliche Grube hat ihren Sitz in 10 mm lateraler Entfernung von dem oben beschriebenen Hufeisenhöcker und ist selbst gegen 20 mm von der Mediane, 15—20 mm vom vorderen Ende der Orbitalplatte des Stirnbeins entfernt; ganz in deren Nähe befinden sich auch die übrigen erwähnten Höcker, mit Ausnahme des zuletzt hervorgehobenen, der in der Regio temporalis seine Lage hat.

Im übrigen ist die innere Oberfläche der linken Schädelhälfte so glatt wie die der rechten.

Impressiones und Jugu cerebralia zeigen ähnliche Ausprägung, wie rechts.

Die Crista galli, infolge der Durchsägung auf der linken Schädelhälfte verblieben, hat ungewöhnliche Kleinheit; doch ist das Foramen coecum gut ausgeprägt. Von der Linksneigung der Crista galli und der dadurch veranlassten Bedeckung der Grube des Bulbus olfactorius war schon oben (S. 73) die Rede.

Der Limbus sphenoidalis ist hier ohne Spur. Die Oberfläche der Lamina cribrosa und des Jugum sphenoidale setzen sich in der gleichen Ebene bis zum gut ausgeprägten Tuberculum sellae fort, welches mit lateraler Leiste in den unteren Rand des künstlich fast ganz zerstörten Foramen opticum übergeht.

Künstlich zerstört ist auch ein Teil des linken Orbitaldaches, des Tegmentum tympani und des Daches der Fossa postcondyloidea.

Man erhält den Eindruck, als habe im Zusammenhang mit der Niederlegung der Squama frontalis ein Druck auf die Oberfläche des Siebbeins und vorderen Keilbeins stattgefunden und die regelmässige Ausbildung ihrer Oberflächenteile gehemmt oder aufgelöst.

Ich bemerke nachträglich noch, dass der vordere Teil der Lamina cribrosa nicht horizontal liegt, sondern nach vorn allmählich bis zu 3 mm ansteigt.

Gibt es *Innenwerke* an der Innenwand des Hirnschädels, den Aussenwerken vergleichbar, welche schon an früherer Stelle (S. 46—48) Berücksichtigung gefunden haben?

Vorsprünge verschiedener Art gibt es an der Innenwand viele, teils grosse, teils kleine. Die grössten Vorsprünge in den Innenraum werden durch die Pyramiden der Schläfenbeine hervorgebracht; grosse Vorsprünge sind auch die hinteren Ränder der vorderen Schädelgrube. Ein ansehnlicher Vorsprung ist auch die Crista galli, das Dorsum sellae; kleinere Vorsprünge sind die Crista frontalis (interna), die Protuberantia occipitalis interna, die Crista occipitalis interna usw. Sie alle aber, weit entfernt davon, die Hirnform der Höhle zu verändern, tragen vielmehr dazu bei, Teile der äusseren oder medialen Oberfläche einzelner Hirnteile zu begrenzen. So hilft die obere Fläche der Pyramide Teile des Schläfenlappens des Endhirns, ihre hintere Fläche aber Teile des Kleinhirns begrenzen. So dringt die Crista galli zwischen die medialen Flächen des Stirnlappens eine Strecke weit ein usw.

Alle diese Vorsprünge tragen also dazu bei, durch ihre Gegenwart die Form des Gehirns etwas genauer zu bestimmen, als es ohne sie der Fall wäre. Man kann daher von diesen Vorsprüngen nicht als von Innenwerken im Sinne der Aussenwerke sprechen, welche dazu beitragen, die Form der Aussenfläche des Schädels gegenüber der Form der Hirnoberfläche mehr oder weniger bedeutend zu verändern.

Zur Entfremdung der Form der Schädelhöhle von der Form der Hirnoberfläche tragen jedoch alle jene *Furchen* bei, welche andere

Gebilde aufnehmen als Teile der Oberfläche des Gehirns. Das sind die Furchen der Innenfläche der Knochen für die Aufnahme der venösen Sinus und der Arterien der Dura. Man kann hier daher *negative* Innenwerke feststellen. Die Innenfläche ist infolge ihrer Gegenwart weniger ein getreuer Abdruck der Hirnoberfläche, als es ohne ihre Gegenwart der Fall wäre.

Wendet man nunmehr der *Höhlenform* des Hirnschädels selbst seine Aufmerksamkeit zu, so macht sich der Wunsch nach Höhlenabgüssen alsbald lebhaft geltend, denn am positiven Höhlenbild ist die Orientierung eine viel leichtere. Hier sieht man die Höhle von aussen, dort von innen. Von dem Unterschied in dem Eindruck der Kugel und der Kugelhöhle muss der Unterschied abhängen, welcher bei der Betrachtung einer Höhle und ihres Ausgusses sich ergibt.

Doch vorläufig ist es geboten, sich ohne Ausguss der Schädelhöhle zu behelfen.

Wendet man seinen Blick auf die *innere* Umrisslinie des Medianchnittes durch den Schädel von Kegel, so erkennt man leicht, dass dieser innere Medianbogen des Schädeldgewölbes im allgemeinen zwar dem äusseren Medianbogen konzentrisch verläuft, dass jedoch auch Abweichungen vorkommen, vor allem am frontalen Fusspunkt des Gewölbes und an seinem mittleren Occipitalteil.

Am mittleren Occipitalteil bedingt die Gegenwart des medianen Schenkels der Eminentia cruciata, mit Einschluss der Protuberantia occipitalis interna, des Endo-Indion, wie man sich jetzt kürzer fassen kann, eine um so grössere Abweichung, als an der Aussenfläche gleichfalls eine Art von Eminentia cruciata vorhanden ist, die zwar der inneren nicht gerade gegenüberliegt, aber doch den Unterschied der beiden Bogen nach aussen hin vergrössert, da sie nach der entgegengesetzten Seite ausweicht. Die drei Linienpaare sind es natürlich, die hier gemeint sind (s. oben, Occipitale).

Im unteren Occipitalteil des Gewölbes *nähern* sich ferner die beiden Endstücke des Medianbogens immer mehr, bis sie am Opisthion, besser noch am Basion ganz zusammentreffen.

Im Frontalteil des Gewölbes aber ist es ganz anders; ja es findet ein umgekehrtes Verhalten statt. Die frontalen Enden beider

Medianbogen *entfernen* sich voneinander, wenn sie in die Gegend der Augenbrauenbogen und Sinus frontales kommen, sowohl am Schädel von Kegel, als am normalen Schädel. Erst an beiden vorderen Fusspunkten, am Nasion und am Foramen coecum (Typhlon) haben sie sich wieder etwas genähert. Doch beträgt der Abstand dieser beiden Fusspunkte immer noch 16 mm am Schädel der Norm, 18 bis 19 mm am Schädel von Kegel. Am hinteren Fusspunkt aber ist der Abstand = 0.

Der Maximalabstand beider Medianbogen ist am Schädel der Norm im Frontalgebiet = 18 bis 19 mm, am Schädel von Kegel aber 22 mm mit Crista frontalis interna, 19 mm ohne Crista.

Der durchschnittliche Abstand des inneren vom äusseren Medianbogen ist im oberen frontalen, ganzen parietalen und oberen occipitalen Gebiet am Schädel der Norm 6,5—7,5 mm, am Schädel von Kegel aber 8,5 bis 9,5 mm.

Im Occipitalteil ist der maximale Abstand am Schädel der Norm = 16—17 mm; am Schädel von Kegel = 19 mm.

An dem vorderen Teil des inneren Medianbogens am Schädel von Kegel ist noch folgendes zu beachten.

Der innere Medianbogen beginnt in seinem Absteigen vom oberen Stirngebiet vom äusseren sich da zu entfernen, wo die Pars supra-orbitalis beginnt und der Sinus frontalis endigt. Von diesem Punkte wendet sich der innere Bogen steil ab — und selbst ein wenig nach hinten, wobei die Crista frontalis interna aus der Betrachtung ganz wegfällt. Am Schädel der Norm dagegen wendet sich der gleiche Teil des inneren Medianbogens zwar ebenfalls steil abwärts, aber zugleich mit sanfter hinterer Konvexität nach vorn.

Der Vorderteil des Cavum cranii, von der Sattelgegend bis zur vorderen Grenze, macht infolge der Depression des Stirnbeins einen eigentümlichen Eindruck; er ist niedrig, lang, vorn zugespitzt. Ganz anders verhält sich der gleiche Höhlenteil am schöngewölbten Schädel der Norm; er ist hoch, lang und gewölbt. Doch ist der mittlere und hintere Höhlenraum des Schädels von Kegel ansehnlich gross, wenn er sich auch mit dem gleichen Raum des Schädels der Norm nicht messen kann.

2. Innere Messung.

a) Die Kapazität.

Der Rauminhalt des Hirnschädels von Kegel, mehrmals mit Hilfe von gleichartigen runden Graupenkörnern gemessen, ergibt als Mittel den Wert von 1320 ccm.

b) Lineare Werte.

1. Innerer grösster Horizontalumfang.

α. An der rechten Hälfte des Schädels von Kegel beträgt der grösste Horizontalumfang, von dem vordersten Punkt der Medianebene, welcher 2 cm oberhalb des Typhlon liegt, über das Endo-Pterion und den oberen Teil der Schläfenschuppe hinweg, über den Angulus mastoideus des Parietale hinweg zur tiefsten Stelle der Fossa occipitalis, von da zur hinteren Mediane = 230 mm.

Der gleiche Halbbogen der rechten Schädelhälfte, gleichfalls unmittelbar mit dem Bandmaass bestimmt, hat die Länge von 240 mm.

Der grösste innere Horizontalumfang = $230 + 240 + 2 = 472$ mm.

Der grösste äussere Horizontalumfang = 529 und 512 mm.

Unterschied = 57 und 40 mm.

Vom grössten inneren Horizontalumfang kommt auf den Stirnteil $70 + 75 + 1$ mm = 146 mm; in der äusseren Messung = 171 mm.

β. Der grösste horizontale innere Halbbogen der rechten Hälfte des Schädels der Norm hat eine Länge von 243 mm.

Die linke Schädelhälfte ist verloren. Nehmen wir sie von gleichem inneren Umfang wie die rechte an, so ist der grösste innere Horizontalumfang des Schädels der Norm = $2 \times 244 = 488$ mm. Der grösste äussere Horizontalumfang dieses Schädels, über die Augenbrauenbogen gemessen und wie oben berechnet, hat eine Länge von 522 mm; über die Fossa supraglabellaris gemessen ist der gleiche Horizontalumfang = 512 mm. — Unterschied 38 und 28 mm.

2. Der grösste innere Medianumfang des Schädels von Kegel, vom Typhlon im Bogen bis zum Opisthion, = 322 mm (neben der Crista frontalis interna gemessen).

Der grösste äussere Medianumfang betrug 364 mm; Unterschied = 42 mm. Von den 322 mm des inneren Medianumfangs hat der frontale Bogen 105; der parietale = 115; der occipitale bis zum Opisthion

= 102 mm. Von den 364 mm des *äusseren* Medianumfangs hatte der frontale Teil = 124, der parietale = 125, der occipitale = 115 mm.

Rechnen wir zu den 322 mm *inneren* Medianumfangs noch die Länge des Foramen magnum mit 35 mm, so hat der innere Medianumfang des *ganzen Gewölbes* = 357 mm.

Zählen wir zu diesem Betrage auch die gerade Länge der *inneren Basallinie* = 93 mm (s. Tafelfigur 8), so ist der innere Medianumfang des *ganzen Hirnschädels von Kegel* = $357 + 93 = 450$ mm.

Zählen wir aber zu dem Betrag des inneren Medianumfangs des ganzen Gewölbes (= 357 mm) die Länge der *gebrochenen* inneren Basallinie hinzu (Typhlon-Ephippion, Ephippion-Basion), so ist die Länge des totalen inneren Medianumfangs = $357 + 65 + 44 = 466$ mm.

Der totale *äussere* Medianumfang des Schädels von Kegel betrug, unter Ansetzung der geraden und der gebrochenen äusseren Basallinie, = 503 und 505 mm.

Der Unterschied in den Längen des totalen äusseren und totalen inneren Medianumfangs = 39, bezw. $503 - 450 = 53$ mm.

Vergleicht man noch die Werte des totalen inneren Horizontalumfangs und des totalen inneren Medianumfangs miteinander, so haben wir für jenen 472, für diesen 450 mm bezw. 466 mm; Unterschied = 22 oder 6 mm.

Beide Werte kommen sich also sehr nahe.

Beachtenswert ist die Länge des inneren Parietalbogens gegenüber dem inneren Frontalbogen: der Wert jenes betrug 115, der Wert dieses nur 105 mm; Unterschied 10 mm zugunsten des Parietalbogens. Bei der *äusseren* Messung betrug der Unterschied beider medianer Bogenanteile nur 1 mm zugunsten des parietalen Teiles!

3. Wie verhält sich der grösste innere Medianbogen am Schädel der *Norm*?

Der innere Medianbogen des Schädels der Norm, vom Typhlon im Bogen zum Opisthion beträgt 330 mm.

Hiervon entfallen auf den inneren Frontalbogen 103, auf den inneren Parietalbogen 130, auf den squamalen Occipitalbogen 97. Wird die Länge des Foramen occipitale magnum hinzugerechnet, so ist die innere fornikale Bogenlänge = $330 + 41 = 371$.

Wird auch die gerade Länge der inneren Basallinie hinzugerechnet, so hat der totale innere Medianbogen des Schädels der Norm eine Länge von $371 + 93 = 464$ mm.

Wird aber die *gebrochene* innere Basallinie hinzugerechnet, so beträgt die Länge des totalen inneren Medianbogens $371 + 107 = 478$ mm.

Es möge dem Leser überlassen bleiben, diese Längen des Schädels der Norm mit jenen des Schädels von Kegel zu vergleichen und besonders das parietale und frontale Gebiet zu beachten.

4. Innerer vertikaler Querumfang.

Ein vertikaler innerer Querumfang, der dem gemessenen äusseren möglichst entspricht, hat folgende Bahn: sie geht vom Basion aus, läuft über den Clivus zum Porus acusticus internus, von hier auf die obere Fläche der Pars petrosa zur Squama temporalis, zum Parietale, zur Mediane, 3 cm hinter dem Bregma.

Der so gemessene innere vertikale Querumfang der linken Schädelhälfte von Kegel hat eine Länge von 198 mm.

An der rechten Schädelhälfte ist der gleiche Bogen 208 mm lang. Der totale innere vertikale Querumfang beträgt hiernach $198 + 208 + 2 = 408$ mm.

Auf eine besondere Ebene ist hierbei nicht Rücksicht genommen. Der totale *äussere* vertikale Querumfang betrug in dieser Gegend $= 452$ mm.

An dem Schädel der Norm ist der entsprechende vertikale innere Querumfang 414 mm lang.

5. Gerade Länge der inneren Basallinie, vom Typhlon zum Basion.
am Schädel von Kegel $= 93$ mm;

gebrochene Länge der inneren Basallinie: Typhlon zum

Ephippion (= Medianpunkt des Dorsum sellae) $= 65$ mm +

Ephippion zum Basion $= 44$ mm:

gebrochene Länge der inneren Basallinie $= 65 + 44 = 109$ mm.

Die bezüglichen *äusseren* Maasse: 104 und 106.

Am Schädel der Norm sind diese inneren Maasse $= 93$ und 107 :

die äusseren $= 104$ und 106 .

6. Grösste Länge der Schädelhöhle in der Medianebene von Kegel.

ohne Bezug auf eine Horizontale, = 160 mm (vorderer Punkt 10 mm über dem Typhlon; hinterer Punkt 20 mm unter dem Lambda).

Grösste *äussere* Länge, ohne Bezug auf eine Horizontale (Glabella, Oberschuppe, 20 mm unterhalb des Lambda) = 188 mm.

7. Grösste Länge der Schädelhöhle, auf die innere Basallinie bezogen, = 147 mm (Tafelfigur 8, *bl-bl*).

8. Grösste Länge der Schädelhöhle von Kegel, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 160 mm (Tafelfigur 8, *cl-cl*).

Die grösste Länge der Schädelhöhle auf die *äussere* Basallinie (Nasion-Basionlinie) oder auf die Nasion-Inionlinie zu beziehen, halte ich für weniger gerechtfertigt, als den Bezug auf die innere Basallinie und auf die Linie Typhlon-Confluens.

9. a) Grösste Länge der *rechten* Schädelhöhle von Kegel, paramedian mit dem Schiebestab gemessen = 165 mm. Vorderer Messpunkt 9 mm lateral von der Mediane des Sägeschnittes, 20 mm oberhalb des Typhlon; hinter dem oberen Ende des Sinus frontalis, hinter der Mitte der Fossa supraglabellaris. Hinterer Messpunkt 15 mm lateral von der Sägeschnittmediane, 23 mm unterhalb des Endolambda, im tiefsten Grund der Fossa occipitalis des Occipitale. Die entsprechende vordere Grube des Frontale kann Fossa frontalis genannt werden; sie liegt jedoch ansehnlich weit medial vom Tuber frontale.

b) Grösste Länge der *linken* Schädelhöhle, paramedian mit dem Schiebestab gemessen, = 165 mm. Vorderer und hinterer Messpunkt wie bei a; Längenunterschied von rechts nicht vorhanden.

Die grösste Länge der Schädelhöhle liegt also nicht median, sondern paramedian, in unserem Falle in der Frontalgegend 9 bis 10 mm lateral von der Mediane (mit Einrechnung des Schnittverlustes); in der Occipitalgegend 15—16 mm lateral von der Mediane.

10. Zwei innere Längen des *Schädels der Norm*, linke Hälfte:

a) Grösste Länge der Schädelhöhle, ohne Horizontale, in der Schnittmediane gemessen, = 165 mm. Vorderer Endpunkt 32 mm oberhalb des Typhlon, an der stärksten Konkavität des inneren Stirnbogens; hinterer Endpunkt 35 mm unterhalb des Endo-Lambda, 10 mm oberhalb des Confluens = Endo-Inion.

Grösste *äussere* Länge, ohne Horizontale, = 186 mm. Vorragendster Punkt der Stirnwölbung und Inion.

b) Grösste Länge der Schädelhöhle, paramedian mit dem Schiebepstab gemessen, = 169 mm. Vorderer Endpunkt 20—34 mm oberhalb des Typhlon, 8 mm lateral von der Schnittmediane; hinterer Messpunkt tiefste Stelle der Fossa occipitalis, 12 mm von der Schnittmediane, 30 mm unterhalb des Endolambda, 18 mm oberhalb des Confluens. Grösste innere Länge, auf die Typhlon-Basionlinie bezogen, = 160 mm. Grösste innere Länge, auf die Typhlon-Confluenslinie bezogen, = 153 mm.

Am Schädel von Kegel:

11. Abstand des Typhlon vom Endobregma = 95 mm.
12. Abstand des Typhlon vom Endolambda = 156.
13. Abstand des Typhlon vom Confluens (= Endo-Inion, höchster Medianpunkt der Protuberantia occipitalis interna) = 143.
14. Abstand des Typhlon vom Basion = 93.
15. Abstand des Typhlon vom Ephippion (hinterer Medianpunkt des Dorsum sellae) = 65.
16. Abstand des Typhlon vom Nasion = 13.
17. Abstand des Endobregma vom Endolambda = 104.
18. Abstand des Endolambda vom Confluens = 51.
19. Abstand des Confluens vom Opisthion = 43.
20. Abstand des Confluens vom Basion = 70.
21. Abstand des Ephippion vom Basion = 44.
22. Abstand des Basion vom Endobregma = 125.
23. Abstand des Basion vom Endolambda = 109.
24. Abstand des Opisthion vom Endobregma = 137.
25. Abstand des Opisthion vom Endolambda = 91.
26. Abstand des Ephippion vom Endobregma = 82.
27. Abstand des Ephippion vom Endolambda = 97.
28. Abstand des Ephippion vom Confluens = 78.
29. *Grösste Breite der Schädelhöhle von Kegel:*
 rechte Hälfte = 66,
 linke Hälfte = 69.

Beide Werte sind mit dem Tiefenmesser bestimmt (s. S. 50).

Die Innenbreite des ganzen Schädels = $66 + 69 + 1 = 136$.

Grösste *Aussenbreite* des Schädels = 141.

Die tiefste Stelle der *linken* Schädelhälfte, mit dem Tiefenmesser bestimmt, liegt im hinteren oberen Teil der Squama temporalis, 10 mm ab- und etwas rückwärts vom Gipfel der inneren Schuppennaht, 10 mm vor der inneren Incisura parietalis der Schuppe. Die Stelle ist, gleich dem benachbarten vorderen Teil der Schuppe, durchscheinend und hat 1 mm Dicke. Die Stelle der grössten Aussenbreite fällt mit der Stelle der grössten Innenbreite nicht zusammen, sondern liegt hinter ihr und gehört dem Angulus mastoideus des Parietale an.

Die tiefste Stelle der *rechten* Schädelhälfte liegt ganz wie linkerseits.

Die Stelle der grössten Innenbreite muss also mit der Stelle der grössten Aussenbreite nicht zusammenfallen. Die grösste Innenbreite lässt sich daher nicht mit Sicherheit dadurch bestimmen, dass man von der grössten Aussenbreite den doppelten Betrag der Dicke der Schädelwand an jener Stelle in Abzug bringt.

Andere innere Tiefenmaasse des Schädels von Kegel sind die folgenden:

Tiefe des Endo-Asterion in der rechten Schädelhälfte = 50,

„ „ „ „ in der linken Schädelhälfte = 56 mm.

Ganze Innenbreite zwischen beiden Endo-Asterien $50 + 56 + 1 = 107$.

Innenbreite in der Gegend der Tubera parietalia = $59 + 58 + 1 = 118$.

Innenbreite in der Gegend der hinteren Ecke der Endo-Pteria = $51 + 56 + 1 = 108$.

Innenbreite, 10 cm oberhalb des unteren Endes der inneren Sutura coronalis, an deren grösster Ausbiegung, = $54 + 55 + 1 = 110$.

30. Innenbreite des *Schädels der Norm*.

An der linken Schädelhälfte liegt die Stelle der grössten Breite 10–12 mm oberhalb und etwas vor der Incisura parietalis squamae temporalis, im unteren Teil des Parietale. Die grösste Breite ist 70 mm.

Die grösste Innenbreite des ganzen Schädels annähernd = $70 + 70 + 1 = 141$.

31. *Grösste innere Höhe* des Schädels von Kegel.

Vom Basion zum höchsten Punkt des Gewölbes (30 mm hinter dem Bregma) = 129 mm.

32. Grösste *äussere* Höhe = 136.

Innere Höhe des Schädels, auf die innere Basallinie Typhlon-Basion bezogen, = 121.

33. Innere Höhe des Schädels, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 90.

34. Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Endolambda bezogen, = 62.

35. Innere Höhen des *Schädels der Norm*:

a) Grösste innere Höhe, vom Basion zum höchsten inneren Punkt des Gewölbes = 132.

Grösste *äussere* Höhe = 139.

b) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Basion bezogen, = 123.

c) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 92.

d) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Endolambda bezogen, = 65.

36. Vertikaler Abstand des Opisthion von der Typhlon-Basionlinie am Schädel von Kegel = 16,5.

am Schädel der Norm = 19.

37. Einige andere innere Abstände am Schädel von Kegel:

a) Abstand des hinteren Randes des *Foramen opticum dextrum* vom hinteren Rand

des Foramen ovale des Keilbeins	= 25 mm
des Porus acusticus internus	= 43 "
vom Hiatus canalis facialis	= 36 "
vom vorderen Rand des Canalis hypoglossi	= 51 "
von der Apertura externa aquaeductus vestibuli	= 55 "
von der " " canaliculi cochleae	= 43 "
von der inneren Mündung des Foramen mastoideum	= 75 "
vom Basion	= 52 "

38. Am Schädel der *Norm* (linke Hälfte) folgen in der gleichen Reihenfolge wie bei Nr. 37, die gleichen Abstände mit 29, 47, 42, 53, 58, 51, 78, 55 mm.

c) *Innere Indices.*

1. Ist die grösste Innenlänge des Schädels von Kegel = 165, die grösste Innenbreite = 136, so gilt der Ansatz

$$165 : 136 = 100 : x$$

Der innere Längenbreitenindex = 82,4.

Der entsprechende *äussere* war 75.

2. Ist die grösste Innenlänge des Schädels von Kegel = 165, die grösste Innenhöhe = 129, so haben wir die Formel

$$165 : 129 = 100 : x.$$

Der innere Längenhöhenindex = 78,2.

Der *äussere* betrug 72,2.

Man erkennt, wieviel grösser die inneren Indices sind als die äusseren! Die inneren Indices sind eben bis zu gewissem Grade Hirn-Indices, besser Hirnmassen-Indices. Von den äusseren, durch Aussenwerke beschwerten, kann man das nicht sagen; beide Indices aber haben ihren eigenen unveräusserlichen Wert.

3. Ist die grösste Innenlänge des *Schädels der Norm* = 169, die grösste Innenbreite = 141, so berechnet sich hieraus der

innere Längenbreitenindex zu 83,4.

Ist die grösste Innenlänge des Schädels der Norm = 169, die grösste Innenhöhe aber 132, so haben wir

als inneren Längenhöhenindex den Wert von 78,1.

Vergleicht man diese Werte des Schädels der Norm mit jenen des Schädels von Kegel, so kommen sie sich einander sehr nahe (83,4 gegen 82,4; 78,2 gegen 78,1), obwohl die Formen der Schädelhöhle im ganzen sehr verschieden sind!

4. *Innere Krümmungsindices* des Schädels von Kegel.

a) Der innere Frontalbogen des Schädels von Kegel hat eine Länge von 105 mm, die dazugehörige Sehne (die Linie Typhlon-Endobregma, Tafelfigur 8) ist 95 mm lang. Hieraus berechnet sich der innere Krümmungsindex des Frontale zu 90,5.

Der *äussere* betrug 92,7.

β) Der innere Parietalbogen des Schädels von Kegel ist 115, seine Sehne 104 mm lang; der innere Krümmungsindex des Parietale = 90,4.

Der *äussere* = 89,6.

γ) Der innere Bogen der Hinterhauptschuppe des Schädels von Kegel ist 102, seine Sehne 91 mm lang; hieraus der innere Krümmungsindex der Squama occipitalis = 89,2.

Der *äussere* = 84,4.

δ) Der innere occipitale Totalbogen	= 137.
Dessen Sehne	= 109.
Der innere Krümmungsindex des Occipitale	= 79,5.
Der äussere	= 78,0.

5. *Innere Krümmungsindices des Schädels der Norm.*

α) Der innere frontale Bogen des Schädels der Norm hat eine Länge von 103, seine Sehne eine solche von 89 mm.

Innerer frontaler Krümmungsindex	= 86,4.
Äusserer (Bogen 120, Sehne 107)	= 89,1.

β) Der innere parietale Bogen des Schädels der Norm ist 130, seine Sehne aber 110 mm lang.

Innerer Krümmungsindex des Parietale	= 84,5.
Äusserer (Bogen 142, Sehne 118)	= 83,1.

γ) Der innere squamo-occipitale Bogen ist 97, seine Sehne 87 mm lang.

Innerer Krümmungsindex der Squama occipitalis	= 89,7.
Äusserer (Bogen 112, Sehne 94)	= 83,9.

δ) Der ganze innere occipitale Bogen ist 97 + 41 = 138.
Dessen Sehne 105 mm lang.

Innerer Krümmungsindex des ganzen Occipitale	= 76,1.
Äusserer (Bogen 153, Sehne 112)	= 73,2.

Es möge dem Leser überlassen bleiben, die verschiedenen Indices der inneren und äusseren Krümmung der einzelnen Knochen je der beiden Schädel und sodann beide Schädel untereinander zu vergleichen. An welchem Knochen ist der kleinste Index, d. i. die stärkste Krümmung, vorhanden? Wie verhalten sich die Frontalia beider Schädel in Bezug auf den inneren und den äusseren Index? An welchen Knochen überwiegt der innere, an welchen der äussere Index?

Nur eine dieser Fragen sei hier beantwortet. Der äussere und dann der innere ganze Occipitalbogen des Schädels der Norm haben bei weitem den kleinsten Index, d. i. den grössten Bogenwert. Das zeigt in unbestimmter Weise schon die Vergleichung der Tafelfiguren 6 und 7. Die höchsten Indexzahlen dagegen und die kleinsten Bogenwerte besitzt das Frontale von Kegel.

d) *Innere Winkel.*

Schon bei der Betrachtung der äusseren Winkel des Schädels gewölbes wurde erwähnt, dass der Grad der Krümmung der einzelnen Gewölbestücke nicht nur durch die Berechnung von Krümmungs-Indices bestimmt werden könne, sondern auch durch die Messung von Krümmungs-Winkeln. Die Krümmungswinkel am äusseren Gewölbebogen sind oben bereits behandelt worden. Wie aber der innere Bogen dem äusseren nicht einfach konzentrisch folgt, sondern beträchtlich von ihm abweicht, vor allem im Stirn-, aber auch im Occipitalgebiet, so müssen auch die beiderseitigen Winkelwerte verschieden sein. Die abweichenden Krümmungsindices des Aussen- und des Innenbogens zeigen schon beweisend darauf hin.

1. *Die inneren Krümmungswinkel der Gewölbestücke.*

Das Verfahren zu ihrer Messung ist das schon früher angegebene. Durch eine Tangente, welche der Sehne des Bogens parallel läuft, wird der Gipfelpunkt des Bogens bestimmt. Von diesem Punkte werden Gerade zu den Endpunkten der Sehne gezogen. Der von beiden Geraden eingeschlossene Winkel ist der Krümmungswinkel. S. Tafelfigur 8.

a) Der innere frontale Krümmungswinkel, bei fw' dieser Tafel gelegen, hat am Schädel von Kegel den Wert von 134° ; am Schädel der Norm von 127° .

Der äussere war bei K. (Kegel) = 142° , bei N. (Norm) = 134° .

Je grösser dieser Winkel, um so flacher der Bogen. Man erkennt an dem grossen Aussen- und Innenwinkel von Kegel bereits die abgeflachte Stirn von K.; der Aussenbogen aber ist flacher als der Innenbogen, sein Krümmungswinkel grösser. Auch bei N. ist der Aussenbogen flacher als der Innenbogen, aber der Innenbogen von K. hat den Wert des Aussenbogens von N.

β) Der innere parietale Krümmungswinkel (pw' , Tafelfigur 8) hat bei K. den Wert von 139° , bei N. von 128° .

Der äussere war bei K. = 136° , bei N. = 127° .

Der parietale Innenbogen ist an beiden Schädeln etwas gewölbter als der Aussenbogen. Die beiden Aussenbogen aber sowohl als die beiden Innenbogen sind ansehnlich voneinander verschieden; die

Winkel beider Innenbogen unterscheiden sich um 11 Einheiten, die Winkel beider Aussenbogen um deren 9, der parietale Gewölbeteil von N. ist also beträchtlich mehr gewölbt als der von K.

γ) Der innere obere occipitale Krümmungswinkel (*oow'* Tafelfigur 8) hat am Schädel von K. 132° , am Schädel N. 134° .

Der äussere misst bei K. 144° , bei N. 158° .

Die inneren Krümmungswinkel beider Schädel kommen sich hier sehr nahe; entfernter sind die beiden äusseren voneinander und von den inneren. Die äussere Kurve bei N. ist weit flacher als bei K.; beide äusseren Kurven sind weit flacher als beide inneren.

δ) Der innere squamale (zwischen Endolambda und Opisthion gelegene) Krümmungswinkel

hat bei K. den Wert von 151° , bei N. von 139° .

Der äussere „ K. „ „ 114° , „ N. „ 110° .

Die inneren Bogen beider Squamae sind hiernach viel weniger gewölbt, als die äusseren. Die beiden äusseren Winkel entfernen sich nur um 4 Einheiten voneinander. Die inneren Winkel stehen um 11 Einheiten voneinander ab; der innere squamale Bogen ist bei K. ansehnlich flacher als bei N.

ε) Der innere occipitale Krümmungswinkel (zwischen dem Endolambda und dem Basion gelegen)

hat am Schädel von K. den Wert von 128° , bei N. von 112° .

Der äussere bei K. „ „ „ 104° , „ N. „ 94° .

Der tremato-squamale, Schuppe, Seitenteile mit Foramen magnum in sich einschliessende Aussenbogen ist hiernach bedeutend stärker gewölbt, als der Innenbogen. Aussen- und Innenbogen von K. unterscheiden sich um 24 Bogengrade. Am Schädel der Norm ist der Unterschied 18.

Bei dieser Betrachtungsweise ergibt sich auch, dass das Occipitale, mag man es als einheitlichen Knochen oder als einen Komplex von Knochen auffassen, den bei weitem kleinsten Krümmungswinkel von allen Gewölbestücken des Schädels, folglich die bedeutendste Krümmung von allen besitzt.

Kommt gar noch der Anschlusswinkel in Rechnung, mit welchem das Gewölbe an die Basis des Schädels sich ansetzt, so steigt noch

die Ausdehnung seines Krümmungsbogens, vermindert sich noch sein Krümmungswinkel.

Welches ist dieser hintere Anschlusswinkel des Gewölbes an die Basis? Es sind die folgenden:

2. *Die inneren Anschlusswinkel des Gewölbes an die Basis.*

a) *Der hintere innere Anschlusswinkel.*

An Figur 8 nehmen wir diesen Winkel bei *b* (Basion) wahr, wo er seinen Scheitel hat. Sein hinterer Schenkel ist die Linie *bc* (Basion-Confluens), sein vorderer Schenkel die Linie *bt* (Basion-Typhlon). Aber es muss der vordere Schenkel auch in seinem gebrochenen Zustand Beachtung finden, d. h. die Linie *be* (Basion-Ephippion) und die Linie *et* (Ephippion-Typhlon) berücksichtigt werden.

α) Der Winkel *bc bt* hat am Schädel von K. den Wert von 121° , bei N. von 123° .

β) Der Anschlusswinkel der Linie *bc* (Basion-Confluens) an die Linie *be* (Basion-Ephippion) hat am Schädel von K. den Wert von 83° , bei N. 92° .

γ) Der Winkel *eb et* hat am Schädel von K. den Wert von 244 bzw. 116° , bei N. dagegen von 238 bzw. 122° .

b) *Der vordere Anschlusswinkel.*

α) An die innere Basislinie *tb* (Typhlon-Basion) schliesst sich die vordere Gewölbeselne *t fw'* am Schädel von Kegel in einem Winkel von 113° an; am Schädel der Norm dagegen in dem Winkel von 118° .

β) Die Linie *te* (Typhlon-Ephippion) steht zu der Linie *t fw'* am Schädel von Kegel in einem Winkel von 89° , am Schädel der Norm aber in einem solchen von 91° .

In diesem grösseren Winkel von N. bei der Messung β , noch mehr aber bei der Messung α prägt sich, wenn auch in nicht sehr bedeutender Weise, die stärkere Aufrichtung der Stirn bei N., ihre Niederlegung bei K. aus.

3. *Die Winkel des inneren Ränder- oder End-Polygons.*

Man erhält ein verwickeltes äusseres und inneres Schädelpolygon, wenn die von den Gipfelpunkten aller Gewölbestücke zu den Enden der Gewölbestücke gezogenen Sehnen als ein Ganzes in das Auge

gefasst werden. Man vergleiche in dieser Hinsicht alle Sehnen am Bogen der auf Tafelfigur 8 enthaltenen Schädelfigur.

Das so entstandene Schädelvieleck soll nunmehr dadurch auf eine geringere Anzahl von Seiten gebracht werden, dass nur die *Endpunkte* der Gewölbestücke durch Gerade miteinander verbunden werden. So ist es oben mit dem *äusseren* Vieleck bereits geschehen. Hier aber soll das innere Vieleck unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, soweit es sich um die Seitenlängen und um die von den Seiten eingeschlossenen Winkel handelt.

Auch der Aufstellungsweise des inneren Gewölbes auf der inneren Basis ist dabei Beachtung zu schenken.

Die Endpunkte, welche hier in Frage stehen, sind folgende: Typhlon, Endobregma, Endolambda, wenn man will das Endo-Inion oder Confluens, das Opisthion und das Basion.

Die Typhlon-Endobregmalinie ist am Schädel von Kegel 95, am Schädel der Norm 89 mm lang, oder

	Typhlon- Endobregma	Endobregma- Endolambda	Endolambda Endo-Inion (Confluens)	Endo-Inion Opisthion	Endolambda Opisthion	Opisthion Basion
Kegel =	95	104	51	43	91	35
Norm =	89	110	47	48	87	41

Die innere Basis, welche das innere Gewölbe mit seinen Fusspunkten aufnimmt, hat an beiden Schädeln eine Länge von 93 mm.

Von diesen Werten ziehen die beiden ersten an beiden Schädeln den Blick vor allem auf sich. Sie ergänzen, was schon an den bezüglichen Linien der äusseren Polygone gesehen und früher (S. 92—107) hervorgehoben worden ist.

Die Typhlon-Endobregmalinie des Schädels von Kegel ist um 6 mm länger, als sie bei N. gefunden wird. Die Endobregma-Endolambda-linie des Schädels von Kegel dagegen ist um 6 mm kürzer als bei N. Die Summen beider Linien sind also an beiden Schädeln einander gleich, nämlich

$$K.: 95 + 104 = 199.$$

$$N.: 89 + 110 = 199.$$

Dadurch verliert jedoch die Tatsache nicht an Bedeutung, dass

der *parietale* Anteil des Gewölbes am Schädel der Norm den frontalen Anteil um 21 mm am inneren Schädelpolygon übertrifft. Auch am Schädel von *Kegel* übertrifft der parietale den frontalen, und zwar um 9 mm.

Die beiderlei Endolambda-Opisthionlinien, oder wenn man es vorziehen wollte, die Endolambda-Basionlinien, zeigen viel geringere Unterschiede; in jenem Falle K. 91 gegen N. 87; in diesem Fall aber K. 109 gegen N. 112.

Das innere Endpolygon lässt sich somit, da es sich um die Frage seiner Berechtigung handelt, entsprechend dem, was es zu zeigen vermag, gut an.

Wie aber wird es sich mit den *Winkeln* verhalten, welche das innere Endpolygon umschliesst?

Die Winkel des inneren Endpolygons sind folgende:

Der Typhlon-, Endobregma-, Endolambda-, Endo-Inion-, Opisthion- und Basionwinkel.

Winkel am Typhlon	Endobregma	Endolambda	Endo-Inion	Opisthion	Basion.
Kegel 84°	103°	102°, 88°, 71°	128°, 151°	129°, 113°	100°, 121°, 149°.
Norm 90°	97°	116°, 95°, 73°	112°, 139°	122°, 103°	100°, 122°, 153°.
Unterschied —6	6	—14 —7 —2	16 11	7 10	0 1 —4

In dieser Reihe von Winkeln spricht sich eine Fülle von Inhalt aus. Man kann sogar behaupten, es spreche sich in ihnen der Plan des Innengewölbes mit grosser Bestimmtheit aus.

In der dritten Zahlenreihe der Tabelle sind die Unterschiede der Winkelgrössen beider Schädel angegeben; wo der Schädel von Kegel einen kleineren Winkel besitzt, ist ein Minuszeichen vorgesetzt.

Der Typhlonwinkel des Schädels von Kegel ist um 6° kleiner. Gewiss, wie sollte es anders sein? Es prägt sich die Depression der Stirn in ihm aus. Der Endobregmawinkel ist bei K. um ebensoviel grösser, eine Art von Ausgleichung herstellend.

Nun folgen im Endolambdagebiet, welches bereits dem *hinteren* Teil des Gewölbes angehört, weil im Parietale die Umbiegung nach unten sich schon vollzogen hat, am Schädel von Kegel nicht weniger als drei Unterwerte, nämlich —14, —7 und —2. Dieser Umstand zeigt an, dass wieder eine Depression im Gewölbe stattfinden muss, mit

anderen Worten, dass die Unterschuppe gegen die Oberschuppe am Schädel von Kegel sich stärker einbiegt und eben darum nach vorn oben sich wenden muss. Es findet also eine Depression von unten nach oben statt, nicht eine Senkung, sondern eine Hebung. Würde die Unterschuppe sich senken, so würden die bezüglichen Winkel sich vergrössern, nicht verkleinern müssen. Der Depression am Stirnbein entspricht eine Hebung der Unterschuppe, das Foramen magnum eingeschlossen.

Die drei Unterwerte finden aber alsbald eine Art von Ausgleichung, wie es oben auch am Endobregma der Fall war. Von der Umbiegungsstelle im Bereich der Oberschuppe an bis zum Opisthion hin ist die Squama flach gestreckt, vor allem im inneren Bogen. Hier sind also grosse Winkel zu erwarten.

In der Tat folgen auf die drei Minuswerte im Gebiet des Endobregma drei Pluswerte im Gebiet des Endo-Inion oder Confluens, wieder als eine Art von Ausgleichung.

Im Opisthion beginnt bereits der Anschluss an die Basis sich zu vollziehen. Notwendigerweise müssen, wenn Hebung der Unterschuppe stattgefunden hat, die Winkel sich abflachen und die Unterschiede als Pluswerte erscheinen. So ist es auch in der Tabelle sichtbar.

Nebenbei sei bemerkt, dass die Nähte des Gewölbes sich nie an die grossen *Umbiegungen* des Gewölbes halten, sondern an die flachen Stellen. So ist es am Endobregma und am Endolambda deutlich wahrzunehmen.

Teils konstruktive Vorteile, teils Stärkung des Gewölbes scheinen daraus hervorzugehen. Eine Zunahme in der Dicke der zusammen tretenden Knochen kann an den Enden stattfinden, aber auch fehlen.

Merkwürdig genug: sowie einmal die Winkel in die Nähe der *Basis* kommen, werden die Unterschiede an beiden sonst so abweichenden Schädeln teils 0, teils sehr klein, so gewaltig auch die Winkelgrössen sein mögen. Dies zeigen sehr eindringlich die drei Reihen von Zahlen, die dem Basion angehören, denn bei Winkeln von 100 bis 153° sind die Unterschiede nur 0, 1 und 4.

4. Die Winkel des inneren Wölbungspolygons.

Gerade der Umstand, dass die Nähte des Gewölbes sich nicht an

die stärksten Wölbungen, sondern an die stärksten Abflachungen halten, weist darauf hin, dass es nützlich sein kann, bei der Untersuchung des Gewölbes auch einmal von den Nahtstellen ganz abzusehen, dagegen von den Wölbungen auszugehen. Wie früher ein äusseres, so ist hier daher ein inneres Wölbungspolygon zu untersuchen, wobei die stärksten Wölbungen in Form von Ecken, die Flachstellen aber als Seitenlinien sich bemerkbar machen.

Auf Tafelfigur 8 ist das innere Wölbungspolygon in den inneren Gewölbebogen des Schädels von Kegel eingetragen, so dass man sein Verhältnis zu dem ebenfalls eingetragenen Polygon der Knochenenden leicht überblicken kann. Zur Vergleichung mit dem entsprechenden Wölbungspolygon des Schädels der Norm war es jedoch erforderlich, eine besondere Zeichnung zu entwerfen, welche die inneren Wölbungspolygone beider Schädel enthält.

Ausser dem inneren Wölbungspolygon des *Medianschnittes* lässt sich aber auch ein solches entwerfen, welches die grösste Länge der *Schädelhöhle* berücksichtigt. Diese ist bekanntlich nicht median, sondern paramedian gelegen, sowohl im frontalen als im occipitalen Gebiet. Dem paramedianen Wölbungspolygon ist vielleicht sogar der höhere Wert beizumessen. Auf Tafelfigur 14 findet sich daher das paramediane Wölbungspolygon gleichfalls eingetragen.

Sämtliche Polygone sind in der Figur 14 eingestellt auf die innere Basislinie, die sich zwischen dem Typhlon und Basion erstreckt; alle äusseren und inneren *Bogenlinien* des Gewölbes sind in der Zeichnung weggelassen.

Von den vier Polygonen seien zuerst die beiden ins Auge gefasst, welche dem Schädel der Norm (N , N') angehören. Sie sind leicht in allen ihren Teilen daran zu erkennen, dass beide nur *ausgezogene* Linien haben. Das paramediane Vieleck hat dicke, das mediane dagegen dünne ausgezogene Linien. Die beiden Vielecke des Schädels von Kegel dagegen (K , K') sind durch kurz und durch lang *gestrichelte* Linien kenntlich gemacht.

Von der eigentümlichen *Gestalt* und *Grösse* des paramedianen und medianen Vielecks wird erst später zu reden sein. Jetzt sind zuerst die Ecken, Linien und Winkel zu beachten.

Alle Vielecke haben folgende Ecken: die Typhlon- oder Nasalecke, ($t\ t'$); die Frontalecke (h, h' ; fw, fw'); die Parietalecke ($pw\ pw'$); die Confluens- oder Endo-Inionecke (c, c'), die basale Ecke b ; dazu kommt noch die Ecke der oberen occipitalen Wölbung und die Ecke der unteren occipitalen Wölbung.

Die beiden letzten Ecken entsprechen, wie der Name bekundet, den am weitesten nach hinten sich erstreckenden Punkten, d. i. den Gipfelpunkten der Fossa occipitalis und cerebellaris des Occipitale, sowie auch die übrigen Ecken den Gipfeln der übrigen Wölbungen des Schädeldaches und seinen Anschlüssen an die Basis entsprechen; alle Punkte sind auf die Mediane orientiert oder projiziert.

Die Linie pwc (und $pw'c'$) bildet mit der Linie cb (und $c'b$) den Hauptwinkel der occipitalen Wölbungen; c und c' , das Endo-Inion oder Confluens, gilt dabei also als Hauptumbeugungsstelle zwischen Scheitelwölbung und Basis oder genauer Basion. Die Punkte ow und ow' , uw und uw' sind dagegen Nebenpunkte; sie entsprechen den Gipfeln der Wölbungen der Ober- und der Unterschuppe. Da beide Wölbungen aber wichtig sind, so werden sie auch mit aufgeführt. Wo immer sie in Betracht kommen, treten sie an Stelle der Hauptwölbung am Endo-Inion, die ihrerseits dann ausfallen muss.

Wie verhält es sich mit dem Anschluss an die Basis? Wie eine Linie von der Scheitelwölbung (pw) zur oberen Occipitalwölbung (ow) führt, so führt eine andere von dieser zur unteren (ow, uw); von der unteren Occipitalwölbung aber führt keine Linie zum Opisthion; denn hier liegt keine Wölbung; sondern die Linie zieht von uw , mit Übersprung des Foramen occipitale magnum, notwendig unmittelbar zum Anschluss an die Basis. Das ist also die Linie $uw b$.

In den medianen und in den paramedianen Wölbungspolygonen haben wir demzufolge immer entweder *Sechsecke* vor uns, oder, durch Vereinfachung am Endo-Inion, *Fünfecke*.

a. Das *paramediane* Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Tafelfigur 14 N' und K' .

Die Seitenlängen dieses Polygons sind folgende:

Seitenlänge:	frontale	parietale	obere occipitale	untere occipitale	occipitale	unterer Anschluss	basale
Norm	34	122	91	46	105	78 64	93
Kegel	17	135	73	45	87	69 62	93
Unterschied	—17	13	—18	—1	—18	—9 —2	0

Aus dieser Tabelle lässt sich manches Interessante herauslesen. Die Unterschiede der Gewölbemaasse sind teilweise sehr gross und erheben sich von 0—18. Wo das Gewölbe von Kegel im Untermaasse sich befindet, sind den Unterschieden Minuszeichen vorgesetzt. Abgesehen von der gleichen Basislänge ist K. nur an einer Stelle im Übermaass; alle anderen Werte sind Untermaasse. Jene eine Plus-Stelle ist die parietale, d. h. die Ausdehnung zwischen dem frontalen und parietalen Gipfel des paramedianen Gewölbebogens. Hierbei ist übrigens zu beachten, dass der Punkt *pw* mediane Lage hat; von ihm zieht die Linie nach *h* und die Linie nach *ow* scheinbar etwas lateralwärts; nicht aber in der Tat; denn die Punkte *h* und *ow*, ebenso *uw* sind auf die Medianebene projiziert, sie liegen also sämtlich median.

Der frontale und parietale Gipfel des Gewölbes sind also am Schädel K. 13 mm weiter voneinander entfernt, als am Schädel der Norm. Dagegen liegen beide Gipfel am Schädel von Kegel sehr viel *niedriger*: das zeigen die Höhenzahlen *h* und *h'*, *pw c* und *pw' c'*, zeigt noch auffälliger die Betrachtung der Figur selbst. Damit ist die Bedeutung der Unterschiede +13 und —17, —18, —18 bereits gewürdigt. Alles übrige ist von geringerer Bedeutung. Wir wenden uns daher sogleich dem Thema der *Winkel* des paramedianen Vielecks zu.

Die *Winkel* des paramedianen Vielecks des Schädels der Norm und des *Schädels von Kegel*.

Die Winkel der paramedianen inneren Vielecke N. und K. haben folgende Beträge:

Winkel:	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler	oberer occipitaler	unterer	basaler
Norm	134°	100°	92°	91°	122°	121°	121°
Kegel	134	99	81	103	114	137	121
Unterschied	0	—1	—11	12	—8	16	0

Aus der Beurteilung dieser Tabelle ergibt sich vor allem, dass in beiden Schädeln das Ansteigen der Linien vom Typhlon zum frontalen

paramedianen Gipfel der Stirnwölbung unter gleichem Winkel geschieht, hierin sich also eine Niederlegung der Stirn nicht bemerklich macht; nur gelangt das eine Gewölbestück zu einem hohen, das andere hingegen zu einem niedrigen Gipfel.

Selbst die beiden frontalen Winkel, die sich anschliessen, zeigen nur einen Unterschied von 1° zuungunsten von K. Einen Unterwert grösserer Art bemerken wir dagegen am parietalen Gipfel; hier beträgt er 11° zuungunsten von K.; der parietale Winkel von N. ist grösser als ein rechter, der von K. hingegen ein spitzer, 9° kleiner als ein rechter.

Setzen wir an Stelle der Linie *pwc* die Linie *pwow* ein, so hat N. einen parietalen Winkel von 105° , K. einen solchen von 103° ; es findet dadurch also fast eine Ausglei chung statt zwischen beiden parietalen Wölbungen, dass von der parietalen zur oberen Occipitalwölbung vorgeschritten wird.

An der Occipital-Ecke ist der Unterschied der beiden Hauptwinkel 12, zugunsten von K.: hierin liegt eine Ausglei chung des Minusbetrages im Hauptwinkel der parietalen Wölbung.

Die Winkelbeträge der oberen und unteren Occipitalwölbung zeigen Unterschiede von -8 und $+16$. Das Gewölbe von K. wird von unten her eingedrückt, gegen die selbst eingedrückte Stirn-Scheitel- linie *h'pw'* hin gehoben. Daraus geht aber eine Abflachung bei *uw*, eine Zuspitzung bei *ow* hervor. Diese eine Hebung erklärt das eine Plus und das andere Minus. Der Anschlusswinkel an die Basis ist merkwürdigerweise der gleiche, 121° , in den beiden Hauptecken bei *b*; sie fallen zusammen; denn *c'* liegt auf der Linie *cb*.

Der Unterschied in den beiden Nebenwinkeln des Anschlusses an *b* ist nicht gross; er beträgt 4° zuungunsten von K.

b. Das mediane Wölbungspolygon der Schädel der Norm und von Kegel. Tafelfigur 14, N. und K.

a. Die Ecken und Seiten.

Die Ecken der medianen Wölbungsvielecke liegen an den Scheiteln der Krümmungswinkel der einzelnen Gewölbestücke des Medianschnittes. Die Seiten der Vielecke sind aber keineswegs zugleich die Schenkel der Krümmungswinkel. Vielmehr überspringen die Seiten der Vielecke

gerade die Knochenenden, an welchen sich jene, die Schenkel der Krümmungswinkel, ansetzen; sie treten dagegen zu dem Scheitel des *nächsten* Krümmungswinkels. Folglich stehen die Mitten der Seiten dieser Vielecke weit von den Enden der Gewölbstücke ab; ebendarum sind die Krümmungswinkel weit stumpfer als die Winkel der Wölbungspolygone.

Die Ecken haben die gleichen Namen, wie die des paramedianen Polygons, obwohl nur die Anschlussecken am Basion genau auf die gleiche Stelle zu liegen kommen. Es ist gut, sich daran zu erinnern, dass am medianen Polygon nur in der Mediane gelegene Stellen vorkommen; am paramedianen Polygon kommen dagegen auch auf die Mediane nur *projizierte* Stellen vor, neben wirklichen medianen. Die Krümmungen des Medianbogens sind andere, als die des Paramedianbogens; es ist folglich nicht überflüssig, auch die *medianen* inneren Wölbungsvielecke ins Auge zu fassen. An diesen gibt es folgende Ecken: die Typhlon-Ecke (Figur 14 *t, t'*), die frontale Ecke (*fw, fw'*), die parietale Ecke (*pw, pw'*), die Endo-Inion- oder Occipital-Hauptecke (*c, c'*), die obere und untere occipitale Nebenecke. Ebenso heissen die zugehörigen Winkel.

Die Seiten sind: die frontale (*tfw, t'fw'*), die parietale (*fwpw, fw'pw'*), die occipitale Hauptseite (*pw c, pw' c'*); die occipitalen Nebenseiten, je eine obere und je eine untere (*pw* \circ , *pw'* $+$; \circ \circ , $+$ $+$); endlich die vier Anschlusseiten an die Basis, nämlich die beiden Hauptseiten (*cb, c'b*) und die beiden Nebenseiten ($\neq b$ und $\circ b$). Die Kreuze gehören K., \circ dagegen der Norm an.

Welches sind die *Seitenlängen* der beiden Medianpolygone?

Seitenlänge:	frontale	parietale	occipitale Hauptlinie	obere occipitale	untere occipitale	Hauptanschluss	Nebenschluss	Basis
Norm	47	107	105	97	34	78	64	93
Kegel	37	120	87	71	50	69	54	93
Unterschied	—10	13	—18	—26	+16	—9	—10	0

In der Beurteilung dieser Tabelle haben wir sogleich den ersten Unterschied zu beachten. Der frontale Scheitelpunkt des inneren Medianbogens steigt am Schädel der Norm höher auf, K. bleibt hierin zurück. Vom inneren frontalen Scheitelpunkt des Medianbogens zum parietalen

Scheitelpunkt hat K. eine um 13 mm grössere Länge; aber die ganze lange Fronto-Parietallinie liegt weit niedriger und entfernt sich von der gleichen Linie des Schädels N. nach hinten zunehmend. Daraus ergibt sich der Längenunterschied der beiden occipitalen Hauptlinien (— 18), wie im vorhergehenden paramedianen Polygon: denn die beiden occipitalen Hauptlinien beider Polygone fallen, als in der Mediane gelegen, zusammen. Es ergibt sich aber aus dem gleichen Tiefstand der fronto-parietalen Linie bei K. auch die Kürze der oberen occipitalen Nebenlinie (— 26), die um so bedeutender ist, als der obere occipitale Gipfel noch dazu eine hohe Lage hat. Hat er aber eine hohe Lage — hiervon überzeugt die Vergleichung der beiden Zeichen + und ○ in ihrem Lageverhältnis zur Hauptanschlusslinie cb —, so liegt hierin schon ein Anlass zur Vergrößerung des Längenunterschiedes der beiden *unteren* occipitalen Linien, der um so mehr sich steigern muss, wenn zugleich der Scheitelpunkt der unteren occipitalen Wölbung von K. dem Basion sich nähert, wie es in Wirklichkeit geschieht: die Stelle des Kreuzes liegt etwa einen Zentimeter näher am Basion als der kleine Kreis rechts, welcher die Stelle des Scheitels der unteren occipitalen Wölbung des Schädels der Norm bedeutet. Der Plus-Unterschied der unteren occipitalen Nebenlinie bei K. kann daher in keiner Weise wundernehmen.

β. *Die Winkel des inneren medianen Wölbungspolygons bei N. und K.* Nicht vergeblich sind die Seiten der beiden inneren Medianpolygone ins Auge gefasst worden. So ist zu hoffen, dass auch den zugehörigen Winkeln einiges Interessante abzugewinnen sein wird.

Die zugehörigen Winkel sind: die beiden Typhlonwinkel, die Winkel der Frontalwölbung, der Parietalwölbung, der occipitalen Hauptwölbung, der oberen und unteren occipitalen Nebenwölbung, des unteren Abschlusses an die innere Basallinie.

Sie haben folgende Werte:

Winkel:	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler Hauptwinkel	oberer occipitaler Nebenwinkel	unterer occipitaler Nebenwinkel	bas. Haupt-Anschlusswinkel
Norm	116°	112°	97°, 106°	91°	121°	130°	121°
Kegel	113	112	89, 108	103	113	142	121
Unterschied	—3	0	—8 2	12	—8	12	0

Schickt man sich zur Beurteilung dieser Tabelle an, so erregt gleich das erste Winkelpaar und der es kennzeichnende Unterschied in der Bogenlänge unsere Aufmerksamkeit. Die Stirnlinie Typhlon-Stirnwölbung erhebt sich steiler und zu grösserer Höhe am Schädel der Norm; am Schädel von Kegel ist die gleiche Linie um 3° weiter nach hinten geneigt und beträchtlich kürzer.

Der Unterschied, welcher zwischen der Neigung beider Linien besteht, ist jedoch viel kleiner, als der, welcher das Aufsteigen dieser Linien von dem Aufsteigen der beiden vor ihnen in die Höhe ziehenden Stirnlinien des *paramedianen* Polygons trennt; denn dieser beträgt nicht weniger als 18° und 21° .

In dem frontalen Winkel von N. und K. herrscht Gleichheit; doch zieht die frontoparietale Bahn weit niedriger ihren langen Weg am Schädel von K. dahin.

In dem parietalen Hauptwinkel beider Schädel (bei *pw*, Figur 14) ist ein Unterschied von 8° zugunsten des Schädels der Norm. Wird jedoch der Betrag des obern occipitalen Nebenwinkels hinzugerechnet, so gewinnt der Schädel von Kegel ein kleines Plus von 2° (s. Figur 14 *pw* und *pw'*).

Der occipitale Hauptwinkel am Endo-Inion zeigt bei K. ein Mehr von 12° ; hierdurch erfährt das Weniger am Hauptwinkel des Parietalpunktes eine Art von Ausgleichung. Die oberen Linien des occipitalen Hauptwinkels kreuzen sich nämlich einander unterhalb ihrer Mitten; dadurch erfährt die untere Hauptlinie dieses Winkels am Schädel von Kegel eine Verkürzung; aber es geht aus derselben Veranlassung eine Winkelvergrößerung am Endo-Inion von K. hervor.

Im oberen occipitalen Nebenwinkel zeigt K. ein Weniger von 8° . Dies rührt daher, dass die den Winkel nach unten begrenzende Verbindungslinie der beiden occipitalen Nebenwölbungen mit ihrem unteren Ende bei K. sich stärker nach vorn, gegen das Basion hinwendet, als bei N. Folglich muss oben eine Verkleinerung, unten eine Vergrößerung des Winkels eintreten. In der Tat entspricht dem oberen Weniger von 8° ein unteres Mehr von 12° .

Der Hauptanschlusswinkel an die Basis beträgt an beiden Schädeln 121° . Die kleinen Unterschiede, welche die von den unteren occipi-

talen Wölbungen beider Schädel ausgehenden basalen Anschlusslinien bedingen, fallen so wenig ins Gewicht, dass sie, wie Figur 14 zeigt, hier vernachlässigt werden können; die beiden fraglichen Anschlusslinien liegen einander so nahe, dass sie in der Zeichnung kaum deutlich in ganzer Ausdehnung hervortreten.

Obwohl nun dieses mediane, innere Wölbungsvieleck manches Eigentümliche wahrnehmen lässt, so wird es doch kaum einem Zweifel unterliegen können, dass das paramediane Vieleck jenem an Bedeutung vorangeht und wohl als das wichtigste aller betrachteten Vielecke angesehen werden muss. Nichtsdestoweniger hat jedes einzelne seinen selbständigen Wert, ist ein Ausdruck einer Reihe von Tatsachen. Ohne die Zusammenstellung aller würde gewiss das Wesen der einzelnen nicht deutlich zur Wahrnehmung gelangen können.

5. *Vergleichung des medianen inneren mit dem medianen äusseren Wölbungspolygon.*

Würde das paramediane Vieleck noch in die Vergleichung hereingezogen werden, so wären zusammen nicht weniger als sechs Vielecke miteinander zu vergleichen, da zwei Schädel vorhanden sind, welchen die drei Vielecke angehören.

Nun lässt sich aber leicht erkennen, dass die äusseren medianen Vielecke zwar mit den inneren medianen Vielecken eine nähere Verwandtschaft haben müssen, nicht aber mit den paramedianen; da diese über die Mediane hinausgehen, jene anderen aber alle teils dem inneren, teils dem äusseren Medianbogen angehören.

Das äussere mediane Wölbungsvieleck des Schädels von Kegel und des Schädels der Norm liegt in Tafelfigur 13 vor, für sich allein.

Das innere mediane Wölbungsvieleck ist auf Figur 14 enthalten, mit dem paramedianen zugleich. Die beiden medianen Vielecke, die hier in Frage stehen, sind das mit dünnen ausgezogenen und das mit lang gestrichelten Linien hergestellte Vieleck, mit den Ecken t , fw , pw , \odot , \odot , c , b für den Schädel der Norm, und mit den Ecken t' , fw' , pw' , $+$, $+$, c' und b für den Schädel von Kegel.

Vergleicht man das äussere Vieleck von N. mit dem inneren von N., so ist zwar eine gewisse allgemeine Ähnlichkeit sichtbar, aber keine geometrische. Vor allem zeigt sich die verhältnismässig grosse Ab-

nahme der *Länge* im inneren Vieleck. Das Gleiche gilt von dem äusseren und inneren Vieleck von K.

In *Indexwerten* ausgedrückt ist das Verhältnis der Länge zur Höhe folgendes:

a) Am Schädel der *Norm* ist der Längenhöhenindex des *äusseren* Vielecks = 63,4.

Der Ansatz ist $186:118 = 100:x$.

Als Länge ist die Linie *fw i*, als Höhe die Vertikale der Fronto-Parietallinie zum Basion gewählt (s. Tafelfigur 13 und 14).

Am Schädel der *Norm* ist dagegen der Längenhöhenindex des *inneren* Vielecks = 73.

Ansatz: $159:116 = 100:x$.

Man sieht hier also das Mehr der Höhe (= 10 Einheiten) des inneren Polygons sehr deutlich.

b) Am Schädel von *Kegel* ist der Längenhöhenindex des *äusseren* Vielecks = 64,5.

Ansatz: $172:111 = 100:x$.

Am Schädel von *Kegel* ist dagegen der Längenhöhenindex des *inneren* Vielecks nahe 70.

Ansatz: $147:102 = 100:x$.

Auch hier also starke Abnahme der Länge, geringere Abnahme der Höhe. Das Mehr der inneren Höhe beträgt hier 6 Einheiten.

Etwas Entsprechendes ergab sich früher schon für die *Breite*; auch von anderen Beobachtern ist festgestellt worden, dass die innere Breite im Verhältnis zur Länge stark wächst. Es zeigt sich jetzt also, dass das Gleiche für die innere Höhe gilt. Im allgemeinen kann man daher sagen: die Schädelhöhle ist verhältnismässig breiter und höher als die Aussenform des Schädels.

Diesem Verhalten kommt auch eine stereometrische Bedeutung zu, deren genauere Darstellung an späterer Stelle gegeben werden wird.

Gegenüberstellung der inneren und äusseren Winkel.

Bei der Betrachtung der inneren und äusseren Wölbungsvielecke zeigt sich, dass im basalen Anschluss des hinteren Gewölbeteils und in diesem selbst ansehnliche Winkelverschiedenheiten vorkommen müssen. Eine Vergleichung der Winkel führt zu folgendem Ergebnis.

Winkel des inneren und äusseren Wölbungsvielecks am Schädel der *Norm*:

	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler Hauptwinkel	basaler
innere Winkel	116°	112°	106°	91°	121°
äussere Winkel	104	116	108	80	141
Unterschied	— 12	4	2	— 11	20

Wo der äussere Winkel kleiner, ist ein Minuszeichen vorgesetzt. Der innere nasale Winkel ist hiernach ansehnlich stumpfer; stumpfer auch der innere occipitale Hauptwinkel; spitzer dagegen der innere Anschlusswinkel an die Basis.

Wie verhält es sich in dieser Hinsicht mit dem Schädel von *Kegel*?

Winkel des inneren und äusseren Wölbungsvielecks am Schädel von *Kegel*:

	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler	basaler
innere Winkel	113°	112°	108°	103°	121°
äussere Winkel	94	125	107	82	141
Unterschied	— 19	13	— 1	— 21	20

Auch am Schädel von *Kegel* ist der innere nasale Winkel stumpfer und zwar mehr als am Schädel der *Norm*; ansehnlich spitzer der innere frontale; stumpfer wieder der occipitale. Spitzer dagegen ist auch am Schädel von *Kegel* der innere basale Anschlusswinkel, als der äussere.

Die Abstumpfung des inneren occipitalen und die Zuspitzung des basalen Anschlusswinkels hat die gleiche Ursache. Das Vorspringen des Confluens-Punktes nach vorn muss den an ihm gelegenen Winkel abstumpfen, den basalen Anschlusswinkel aber zuspitzen.

Wie aber erklärt sich am Schädel von *Kegel* die Zuspitzung des inneren frontalen Winkels gegenüber dem äusseren frontalen? Eine Vergleichung der Figuren lehrt, dass dies von nichts anderem herrühren kann, als von der beträchtlichen Tieflage des inneren parietalen Gipfels *pw'*.

Die Zuspitzung des inneren basalen Anschlusswinkels wirkt, wie wiederum die Betrachtung der Figuren lehrt, günstig ein auf die Zunahme der *Höhe* des inneren Polygons.

Die Vergleichung der inneren und äusseren Winkel der medianen

Wölbungsvielecke führt hiernach zu dem gleichen Ergebnis, welches schon die Beachtung der Seiten lehrte: Relative Verkürzung und Erhöhung des Innenraums sind die wesentlichen Unterschiede des inneren von dem äusseren Polygon.

Die Vollständigkeit würde es erfordern, der Untersuchung des inneren Medianbogens nunmehr eine solche des inneren *Horizontal-* und inneren *Frontal*bogens oder mehrerer solcher Bogen des Schädels von K. folgen zu lassen und sie mit den äusseren Bogen sowohl, als auch mit den Ergebnissen an einem Schädel der Norm zu vergleichen. Hierzu wird aber erst Aussicht sein, wenn Höhlenausgüsse beider Schädel hergestellt sein werden.

III. Einstellung der beiden Schädel in verschiedene Ebenen.

Sucht man die Medianschnitte der Schädel von Kegel und der Norm, oder auch Abbildungen beider Medianschnitte aufeinander zu passen, so begegnet man der Frage, ob es besser sei, beide so aufeinander zu passen, dass die vorhandenen Unterschiede möglichst scharf hervortreten, oder ob eine andere Aufstellung für richtiger erachtet werden müsse, bei welcher die Unterschiede möglichst zum Verschwinden gebracht werden.

Das technische Verfahren, dessen ich mich bediente, war folgendes. Die beiderlei Medianbogen wurden auf Papier gezeichnet und der eine ausgeschnitten. Dieser konnte nun auf der anderen Zeichnung beliebig verschoben werden. Zeichnet man den einen Medianbogen auf durchscheinendes Papier, so kommt man vielleicht noch besser zum Ziel. Ein vortreffliches Verfahren zu Verschiebungsversuchen ist es auch, die verschiedenen Arten von *Polygonen*, äussere und innere, je auf demselben Blatt, auszuschneiden und die ausgeschnittenen gegeneinander zu verschieben. Auf Tafelfigur 15 ist ein solches Bild gezeichnet.

Welche Ergebnisse wird man ferner erhalten, wenn von den Medianschnitten der beiden Schädel zwei gleiche, mehr oder weniger weit voneinander entfernte *Punkte* aufeinander gepasst oder aufeinander zu passen gesucht werden? Versuche dieser Art führten zur Einstellung der Medianschnitte beider Schädel in verschiedene Ebenen. Waren die beiden aufeinander zu passenden Punktpaare verschieden weit von-

einander entfernt, so konnte auch an die Herstellung von vergrösserten oder verkleinerten Bildern gedacht werden.

Hält man sich an die *Ebenen*, so waren mehrere, vielleicht alle bekannt gewordenen zu prüfen; vielleicht konnte es erforderlich sein, auch neue, bisher unverwendete Einstellungslinien ausfindig zu machen.

Ich versuchte zuerst die Einstellung der Medianbogen beider Schädel in die Nasion-Lambdalinie und war überrascht von dem Ergebnis. Das Nasion des Schädels von Kegel brauchte nur um 3—4 mm gehoben und um 6 mm vom Nasion des Schädels der Norm vorwärts geschoben zu werden, so kamen sehr viele wichtige Stellen zur Deckung. Die wesentlichen Unterschiede beider Schädel traten scharf ausgeprägt hervor; und die wichtige, so dringend gewünschte Basion-Korrektur beider Schädel (s. oben S. 61) war von selbst gemacht. Mehr durfte von keiner anderen Linie oder Ebene erwartet werden.

1. *Einstellung auf die Nasion-Lambdalinie.* Auf Tafelfigur 10 ist die zugehörige Figur wiedergegeben. Es liegt in ihr dem Angegebenen zufolge keine *reine* Nasion-Lambda-Einstellung vor und soll auch nicht vorliegen, sondern eine modifizierte Einstellung; eine solche, welche, wie ein geübtes Auge sogleich erkennt, nicht allein die Hauptunterschiede beider Schädel, sondern auch die wichtigsten Übereinstimmungen zur Anschauung bringt.

Die beiden Medianbogen und der wichtigste Teil der Basis des Schädels der Norm sind mit blauen Linien gezeichnet; die gleichen Linien des Schädels von Kegel dagegen schwarz. Die über die Medianbogen des Schädels nach aussen oder innen vortretenden Teile des Schädels von Kegel sind schraffiert.

Beginnen wir die Betrachtung mit der Basis, so fällt das Planum ethmoidale (*pe*) beider Schädel zusammen. Die 'Fossa sellae des Schädels von Kegel ist sehr lang; sie beginnt, von vornher betrachtet, früher als die andere, geht aber ebensoweit nach hinten, wie die andere; doch ist ihr Bogen etwas flacher. Das Dorsum sellae von Kegel erstreckt sich ein wenig weiter nach hinten.

Am Clivus herrscht im ganzen eine so grosse wesentliche Übereinstimmung, dass sie sehr befriedigen kann. Unten aber ragt bei K. und bei N. der Medianschnitt jener *Leiste* gleich einem Zapfen oder

Dorn hervor, der aber weder ein Zapfen noch ein Dorn ist, sondern eine breite, den vorderen Umfang des Foramen occipitale mit konkavem Rande abschliessende Platte, von deren Bedeutung oben (S. 61) gehandelt und welche dort *Crista occipitalis anterior* und *posterior* genannt worden ist.

Denkt man sich die beiden Cristae, von welchen im Bilde eine die andere ohnedies schon abschneidet, hinweg, so haben wir eine so merkwürdige Art von Selbstkorrektur vor Augen, wie sie gewiss selten vorkommt. Da, wo die hintere schwache Linie die vordere blaue schneidet, kann der Medianpunkt der Basis angenommen werden, wenn man nicht vorzieht, zwei Basia anzunehmen, ein äusseres und inneres, oder vorderes und hinteres. Doch würde das zu manchen Schwierigkeiten führen; in den meisten Fällen lässt sich, da das Basion an einer abgerundeten Kante liegt, ein einziger Punkt als Basion feststellen.

Die Crista galli von N. ragt hoch hervor. Die Typhla von N. und K. liegen nahe beisammen (*t*). Das Nasion von K. (*n'*) liegt vor und über dem Nasion von N.

Mächtig springt bei K. die Glabella (*g'*) vor, hält sich dagegen bei N. in bescheidenen Grenzen. Stark nach hinten geneigt, verschwindet der aufwärts folgende Teil der Aussenfläche des Stirnbeins von K. alsbald hinter der Stirnwölbung von N. Geht man von hier aus dem äusseren Bogen von K. nach, so erreicht er in der Ausdehnung von einigen Zentimetern die Nähe des Innenbogens von N., entfernt sich aber sodann wieder von ihm und gelangt in der Gegend des Bregma ganz in die Nähe des Aussenbogens von N., ohne jedoch dessen Rand zu erreichen. Dann tritt der Aussenbogen von K. wieder in grössere Tiefe, entsprechend der Scheitelkrümmung von N. Jenseits dieser wieder allmählich sich dem Aussenbogen von N. nähernd, durchschneidet er diesen sehr spitzwinkelig und zieht unweit von ihm über das Lambda hinweg. 3 cm unterhalb des Lambda durchschneidet er zum dritten Male den Aussenbogen von N., wendet sich in starkem Bogen ab-vorwärts, durchschneidet 1 cm oberhalb des Opisthion von N. jetzt auch dessen Innenbogen und gelangt 1 cm vor dem Opisthion von N. an den Punkt seines eigenen Opisthion, um hier in den eigenen Innenbogen überzugehen.

Lambda von K. und N. fallen zusammen, nicht aber Bregma und Bregma. Das von K. liegt vielmehr 1 cm weiter hinten.

Folgen wir der Bahn, welche der *Innenbogen* von K. in seinem Zuge bis zum Typhlon beschreibt, so ist zuerst von dem Opisthion von K. zu bemerken, dass es ganz in der Ebene des Foramen occipitale magnum von N. liegt, 1 cm vor dem Opisthion von N. Anfänglich in der gleichen Entfernung vom Innenbogen von N. rück-aufwärts ziehend, nähert sich der Innenbogen am Confluens dem Innenbogen von N., durchschneidet ihn und bleibt eine kurze Strecke (bis zum Lambda) ausserhalb des Innenbogens von N. Am Lambda wieder einwärts durchschneidend, hält er sich bis in die supraorbitale Gegend einwärts des Innenbogens von N. Während des Verlaufes vom Lambda bis in die supraorbitale Gegend finden zwei grössere Entfernungen vom Innenbogen von N. statt; sie liegen im Gebiet der inneren frontalen und der inneren parietalen Wölbung.

Der Innenbogen K. entfernt sich von dem Innenbogen N. folglich in drei ausgedehnten Gebieten: im unteren occipitalen, im mittleren parietalen und im oberen frontalen.

In der Supraorbitalgegend endlich durchschneidet der Innenbogen von K. den von N. nach vorn und tritt zum Vorderrand des Typhlon.

Nur längs einer kleinen Stelle, vom Opisthion bis zum Hypo-Inion, befindet sich hiernach Innenbogen und Aussenbogen im Cavum cranii von N. Nur an zwei kleinen Stellen, unterhalb des Lambda, oberhalb des Typhlon, liegt der Innenbogen von K. jenseits des Innenbogens von N. Nur am Lambda und seiner Nachbarschaft, sowie in der supra-orbitalen Gegend liegt der Aussenbogen von K. jenseits des Aussenbogens von N. Am Lambda jedoch bleibt der Aussenbogen von K. dem von N. ganz nahe und läuft ihm eine Strecke weit ungefähr parallel. Ganz anders im supraorbitalen Gebiet. Hier entwickelt der Aussenbogen den mächtigen glabellaren Vorsprung und tritt darauf zum Nasion.

Man kann mit wenigen Worten das Verhalten beider Schädelsgewölbe zueinander auch so bezeichnen: Das Gewölbe von K., welches am vorderen Fusspunkt den Glabellarwulst erzeugt, wird an drei Stellen in das Cavum cranii von N. eingedrückt: an der frontalen und der

parietalen Wölbung, sowie im mittleren und unteren Occipitalgebiet. Hier geschieht die Eindrückung von unten-hinten, dort von vorn-oben und von hinten-oben. Das basale Gebiet bleibt fast ganz unverändert; vielmehr, die beiden basalen Gebiete decken sich einander.

Fast möchte man also behaupten, der Schädel von Kegel sei im Vergleiche mit dem der Norm nicht nur an einer Stelle abgeflacht, sondern an drei: frontal, parietal und occipital. Die occipitale Abflachung, die nach *oben* geht, muss im Oberschuppenteil notwendig eine so starke Umbiegung nach oben bewirken, wie sie in Wirklichkeit vorhanden ist. Doch es sind vor weiteren Erwägungen noch andere Einstellungen zu beachten.

2. Einstellung auf die Linie *Typhlon-Confluens* oder *Typhlon-Endo-Inion*.

Die vorige Einstellung war, wie bemerkt wurde, keine reine Einstellung auf die Nasion-Lambda-Linie, noch weniger eine solche auf die Nasion-Lambda-Punkte, denn das Nasion von K. wurde sowohl nach vorn geschoben als aufwärts gehoben. Es war vielmehr eine Einstellung auf das *Planum ethmoidale* (*pe*), auf den *Clivus* und auf das *Lambda*; doch erwies sich diese Einstellung als eine inhaltvolle.

Der eigentlichen Nasion-Lambda-Einstellung steht Figur 11 fast näher; hier fallen die Nasionpunkte beider Schädel zusammen, die Typhlonpunkte sind sehr benachbart, dagegen die Lambdapunkte um 5 mm voneinander entfernt; und zwar liegt das Lambda von K. 5 mm höher als das von N. Folglich ist auch diese keine reine Lambda-Nasion-Einstellung. Aber man kann sich den Erfolg leicht an der Figur vergegenwärtigen, indem man die Folgen einer Senkung von *l'* um 5 mm in Erwägung zieht. Der Stirnteil von K. wird ein wenig, der Parietalteil etwas mehr, am meisten der Occipitalteil sich senken. Das *Planum ethmoidale* von K. wird ebenfalls ein wenig tiefer zu liegen kommen und vom *Planum ethmoidale* von N., mit dem es jetzt zusammentrifft, sich trennen. Die beiden Clivi werden sich einander etwas nähern. Ein kleines Stück des Stirnbeins von K. wird folglich ganz im Cavum cranii liegen. Mehr vom Stirnbein und vom Scheitelbein von K. wird in das Cavum cranii hinabrücken, als jetzt der Fall ist. Weniger vom Parietale und Occipitale von K. wird das Gewölbe von

N. nach aussen dagegen überragen, als es jetzt geschieht. Mehr vom mittleren und besonders vom unteren Occipitalteil von K. wird aus dem Cavum cranii von N. herabrücken und sich auf die Unterschuppe von N. legen. Der Glabellarwulst von K. dagegen wird nur eine minimale Verschiebung erfahren. Schon jetzt überragt er die Glabella von N. nur in einem schmalen sichelförmigen Streifen; nur um eine Spur wird er schmaler werden. Man erkennt, der Glabellarwulst von K. tritt nur darum als ein so ansehnlicher und auffallender Vorsprung hervor, weil sich eine fliehende Stirn an ihn anschliesst. Die Einstellung nun, die in der Figur 11 vorliegt, ist die reine Nasion-Inion-Einstellung; mit ihr werden wir uns alsbald zu beschäftigen haben. Vorher aber ist der Reihe nach noch eine andere Einstellung zu beachten; das ist die *Typhlon-Confluens*-Einstellung.

Über die Wirkung dieser Einstellung, sei es nun, dass die Typhlonpunkte oder die Confluenspunkte beider Schädel aufeinander gepasst werden und die nicht aufeinander gepassten beiden Punkte nur in der gleichen Linie liegen, kann man sich an Figur 11 gleichfalls leicht orientieren. Denn die Typhlon-Confluens-Einstellung, obwohl sie eine mit Absicht gewählte *innere* Einstellung darstellt, steht der Nasion-Inion-Einstellung hier so nahe, dass sie eine besondere Auseinandersetzung gar nicht erfordert; wir wenden uns vielmehr gleich zu jener.

3. Einstellung auf die *Nasion-Inionlinie*. Tafelfigur 11.

Diese Einstellung muss schon deshalb den Blick auf sich ziehen, weil die Nasion-Inionlinie und die ihr entsprechende Würzburger Ebene der Hauptsache nach an der unteren Grenze des Grosshirns dahinziehen und dieses von den unteren oder hinteren Hirngebilden scheiden. Eine ähnliche Eigenschaft hat die Typhlon-Confluenslinie, von der schon die Rede war; sie zieht über jener in einer Entfernung von 7—16 mm dahin und steht zu ihr in einem hinten offenen Winkel von etwas über 3°. Die Typhlon-Confluenslinie streift zugleich den oberen Rand des Dorsum sellae oder bleibt doch in dessen Nähe. Sie ist ferner im Gegensatz zu den übrigen eine rein innere Linie; für gewisse Zwecke wird sie sich vielleicht künftig als brauchbar erweisen.

Was nun aber die Nasion-Inioneinstellung betrifft, so sei zuerst

das basale Gebiet der Schädel in seinem Verhalten zu ihr in Betrachtung gezogen.

Es ergibt sich hierbei, dass der Clivus von K. weit in das Cavum cranii inferius von N. nach hinten verschoben erscheint, am Dorsum sellae um 8 mm, am korrigierten Basion um 6 mm. Die korrigierten Basien beider Schädel liegen nach dem früheren (S. 48) da, wo der dickere Teil der Basis die Crista occipitalis anterior oder posterior aufnimmt.

Die Buchstaben *b* und *b'* bezeichnen dagegen die etwas tiefer und weiter hinten gelegenen freien Enden der beiden, eine Varietät bildenden Cristae occipitales.

Das Dorsum sellae von N. ragt infolge der Rückwärtslagerung des Clivus von K. in der Fossa sellae von K. steil aufwärts. Die vordere Wand der Fossa sellae von N. liegt aus dem gleichen Grund einige Millimeter vor der vorderen Wand der Fossa sellae von K.

Die Plana ethmoidalia beider Schädel fallen dagegen zusammen, die Typhla liegen benachbart, die Nasia sind unmittelbar aufeinander gepasst.

Wird die vorliegende Einstellung der Basen beider Schädel ihr wahres Lageverhältnis zueinander anzeigen? Muss das Nasion mit anderen Worten als der festere Punkt beider Schädel betrachtet werden, oder das Ehippion mit dem ganzen Clivus? Die vordere Basishälfte (*pe—e'*) von K. ist länger als derselbe Basisteil von N. Kann man sich vorstellen, dass bei dem Vorgang, welcher die fliehende Stirn usw. bei K. hervorbrachte, eher das nasale Gebiet der Basis ein Punctum fixum war, als das Sattelgebiet? War das Sattelgebiet das des grösseren Widerstandes, dann ist das vorliegende Lageverhältnis der beiden Sättel ein künstliches, ebenso ein künstliches das vorliegende Lageverhältnis der beiden Nasia. Es müsste dann der Clivus von K. dem Clivus von N. genähert, die beiden Nasia aber voneinander entfernt, d. h. das Nasion von K. mit allem, was dazu gehört, um etwa 8 mm vorwärts verschoben werden. Dann aber haben wir eine der Figur 10 sehr nahe kommende Lagerung beider Medianschnitte; denn in ihr fallen die Plana ethmoidalia und Clivuslinien zusammen. Schwer ist es natürlich, über den wahren Sachverhalt Sicherheit zu gewinnen; ich

überlasse es den Erwägungen des Lesers, sich für das eine oder das andere oder auch ein drittes zu entscheiden.

Wenden wir uns daher zu dem Verhältnis beider *Gewölbe*.

Die Glabella von K. liegt als ein schon oben erwähntes schmales, sichelförmiges Feld vor der Glabella von N. Ein schmaler Streifen der Innentafel von K. springt in derselben Gegend einwärts in das Cavum cranii von N. vor. Oberhalb jenes sichelförmigen Feldes zieht sich der Aussenbogen von K. weit in den Raum zurück, welcher von dem Aussen- und Innenbogen von N. eingefasst wird und daher interlinearer Raum genannt werden kann. So erreicht der Aussenbogen von K. in kurzer Strecke nahezu den Innenbogen von N.

Am Bregma von K. ist ein kleiner, infolge einer kleinen Sattelformbildung von N. spindelförmig gestalteter Streifen des Gewölbes von K. ausserhalb des Gewölbes von N. sichtbar.

Das Bregma von K. liegt 10 mm hinter dem Bregma von N.

Nun folgt eine Stelle völliger Kongruenz je beider Bogen, welche sich bis zur Mitte der Scheitelwölbung erstreckt. Dann weicht der Aussenbogen von K. nach aussen ab und bleibt in zunehmender Entfernung aussen liegen bis in die Gegend des Epi-Inion von N. In 12 mm Abstand von diesem durchschneidet jetzt der Aussenbogen von K. den von N. und dringt in ab-vorwärts gerichteter Krümmung gegen den Innenbogen von N., den er in der Gegend des Hypo-Inion von K., 23 mm oberhalb des Opisthion von N., durchschneidet. Von diesem Punkte an liegt der Aussenbogen von K. bis zur Erreichung seines Opisthion im Cavum cranii von N. Die beiden Opisthia sind 9 mm voneinander entfernt und zwar liegt das von K. fast senkrecht über dem von N., wenn die Nasion-Lambdalinie als bestimmende gelten würde. Bestimmt aber, wie es hier der Reihe nach geschah, die Nasion-Inionlinie, dann hat das Opisthion von K. gegen das von N. eine sehr schräge, vor-aufwärts, gegen das Bregma von N. gerichtete Lage.

Wenden wir uns zum *Innenbogen* von K., so liegt er auf eine Strecke von 64 mm und in ansehnlicher, bis 10 mm betragender Entfernung vom Innenbogen von N., im Cavum cranii von N. Dann, 22 mm oberhalb des Confluens von N., durchschneidet der Innenbogen von K. in starker, aufwärts gewendeter Krümmung den von N. und

erreicht den Aussenbogen von N. an dessen Lambda. Hier fällt der Innenbogen von K. in einer Strecke von 20 mm mit dem Aussenbogen von N. zusammen. Darauf entfernen sich beide Linien wieder voneinander, indem der Innenbogen von K. in schräg nach vorn-oben gerichteter Kurve den Innenbogen von N. erreicht und mit ihm gemeinsam gegen das Bregma von N. zieht. Dies ist die Strecke der Kongruenz beider Gewölbe, von etwa 4 cm Länge. Schon vor Erreichung des Bregma von N. entfernt sich jedoch der Innenbogen von K. nach innen und verbleibt bis zum Ende seiner Bahn, bis zum Typhlon, im Cavum cranii von N. Doch ist die Krümmung des Innenbogens von K. eine weit flachere als die von N. Infolgedessen ändert sich der Abstand beider Linien von 0 bis 8 mm. In der Nähe des Typhlon ist der Abstand 1 mm; 8 mm aber beträgt er im Gebiete der stärksten Krümmung des Stirnbeins von N.

4. Einstellung auf die *Nasion-Opisthionlinie*.

Diese Linie hat insofern eine gewisse Berechtigung, nicht übergangen zu werden, als sie das vordere Ende der Basis mit dem hinteren Rand jener torartigen Öffnung des Gewölbes verbindet, welche das Foramen occipitale magnum bildet. Diese Linie nähert sich jedoch so sehr bereits der wichtigeren äusseren Basallinie, dass ihr Einfluss auf die Lagebeziehungen der beiden Schädel hier nicht besonders verfolgt wird. Doch sei bemerkt, dass der opisthionwärts offene Winkel, in welchem sie zur äusseren Basallinie steht, einen Wert von 3° , bezw. 5° erreicht.

5. Einstellung auf die *äussere Basallinie*, ohne Basiskorrektur.

Die Linie, um die es sich hier handelt, ist in Figur mit $n b'$ bezeichnet und in ausgezogener Form dargestellt. Etwas höher zieht die gestrichelte Linie $n b''$ ihren Weg. Das ist die äussere Basallinie mit Basiskorrektur; d. h. die Crista occipitalis anterior des Schädels von Kegel ist als unterer Endpunkt der Basis vermieden und an ihre Stelle der Anfügungsort der Crista occipitalis an die normale Basisgegend gesetzt. Die äussere Basislinie mit Basiskorrektur steht zu jener ohne Korrektur in einem opisthionwärts offenen Winkel von $2-3^{\circ}$.

6. Einstellung auf die *äussere Basallinie*, mit Basiskorrektur. Fig. 12.

Diese Einstellung gehört zu den wichtigen, nicht sowohl deshalb,

weil bei ihr die Hauptmerkmale des Schädels von Kegel deutlicher hervortreten würden, sondern weil diese Linie als diejenige angesprochen werden muss, welche ihrer morphologischen Stellung nach als die das Neurocranium am meisten beherrschende sich auszeichnet. Die Nasion-Inionlinie ist, wie schon an früherer Stelle bemerkt wurde, da besonders am Platz, wo es sich wesentlich um Grosshirnverhältnisse handelt; die Basallinie aber da, wo es sich um das ganze Neurocranium, vielleicht auch um das Cranium totum handelt. Immer wird es gut sein, die beiden Linien vorzugsweise in Anwendung zu bringen, nicht eine allein, ohne die Mitwirkung der anderen.

Wendet man sich zu dem Einfluss, welchen die äussere Basallinie als Richtungslinie auf das Lageverhältnis der beiden Medianbogenpaare ausübt, so ist zuerst über die Basisgegend folgendes zu bemerken.

Der obere Teil des Clivus und das Dorsum sellae von K. ragen hinter dem Clivus von N. ansehnlich hervor. Das Ephippion (e') von Kegel liegt zugleich einige Millimeter tiefer als das von N. Am Basion (bb') sind beide Punkte aufeinander gepasst, ebenso am Nasion (nn').

Das Planum ethmoidale von K. liegt einige Millimeter tiefer als das von N., ebenso der Boden der Fossa sellae. Die Typhlonpunkte beider Schädel fallen beinahe zusammen.

Ist diese Einstellung nun die bessere, oder muss es richtiger erscheinen, den Clivus von K. in der Richtung der Basallinie vor-aufwärts zu verschieben? Vielleicht ist diese Verschiebung vorzuziehen. Dann kommt e' näher zu e , pe' zu pe , der jetzt nur minimal hervorragende Glabellarwulst wird ansehnlich; der untere Teil des Clivus von K. aber tritt weiter nach vorn. Abgesehen von diesem letzten Punkte würde das Bild jenem sehr ähnlich werden, welches zuerst in diesem Abschnitt beschrieben und in Fig. 10 wiedergegeben wurde.

Lassen wir es zweifelhaft, ob der Fig. 10 oder 12 der Vorzug zu geben sei, und wenden uns zu dem *Gewölbe* der Tafel 12.

Von dem Glabellarwulst von K. wurde schon bemerkt, er trete nur als kleine schmale Sichel an der Glabella von N. hervor; es ist die oben erwähnte *Hochfläche* der Glabella, die hier zum Vorschein kommt. Vom oberen Ende dieser Sichel an wendet sich der Aussenbogen von K. über das obere Ende des Sinus frontalis von N. hinweg

nach hinten und tritt 40 mm oberhalb des Typhlon von N. in dessen Cavum cranii ein. Der Innenbogen von K. befindet sich schon von Anfang an (bei *t*) in diesem Cavum und zieht dann auf-rückwärts tiefer in das Cavum hinein. 40 mm oberhalb des Typhlon von N. liegt jetzt das ganze Gewölbe von K. im Cavum cranii von N. und bleibt eine lange Strecke, in gerader Linie 11 cm lang, in diesem Cavum, im Stirngebiet von N. weiter entfernt, im vorderen Parietalgebiet dem Gewölbe von N. mehr oder weniger dicht angelagert. 6 cm hinter dem Bregma von N. beginnt das Gewölbe von K. wieder in das Gewölbe von N. zu treten; 9 cm vom Bregma von N. hat auch der Innenbogen von K. sich in das Gewölbe von N. zurückgezogen. Von dieser Stelle an bis zum Confluens von N. zieht der Innenbogen von K. in einer nach hinten konvexen Kurve im interlinearen Felde von N. abwärts, durchschneidet hier den Innenbogen von N. und verbleibt nunmehr in dessen Cavum cranii bis zum Ende.

Der Aussenbogen von K. hingegen tritt 33 mm oberhalb des Lambda von N. über dessen Aussenbogen hinaus, beschreibt um das Lambda von N. herum eine flache Kurve, mit welcher er am Epi-Inion von N. wieder in das interlineare Feld von N. eintritt, am Inion von N. vorüberzieht, mit seinem eigenen Inion und Hypo-Inion hierauf den Aussenbogen von N. überschreitet und am Endabschnitt mit diesem Bogen zusammenfällt. Das Endstück der Unterschuppe von K. ragt nahe 1 cm lang über das Opisthion von N. hinaus, fast ganz in der Richtung des Endstückes der Unterschuppe von N., und als dessen scheinbare Fortsetzung. —

Wohl wäre es möglich, noch andere, an verschiedenen Orten verschieden bevorzugte Einstellungsarten versuchsweise in Anwendung zu bringen. Aber es würde nach meiner Überzeugung ein Gewinn daraus nicht hervorgehen. Es gilt hier vielmehr, die Geduld des Lesers nicht über Gebühr in Anspruch zu nehmen. Dagegen gebe ich mich der Hoffnung hin, mit dem in diesem Abschnitt gebotenen Material den Leser immer mehr in die Geheimnisse des Schädels von Kegel eingeführt zu haben.

Statt neue Einstellungen vorzunehmen, sei es zum Schlusse dieses Abschnittes noch gewagt, an Stelle der Medianbogen beider Schädel

die bezüglichlichen *Schädelpolygone* von Fig. 15 ins Auge zu fassen, welche auf die äussere Basislinie orientiert sind. Nicht ohne Nutzen wird das geschehen; denn es findet dabei zwar eine teilweise Wiederholung, aber auch eine teilweise Zusammenfassung auf anscheinend ganz fremdartiger Unterlage statt.

Fig. 15 zeigt uns nämlich in ausgezogenen Linien und hellgelassenem Zwischenlinienraum die mediane Schnittfläche des Schädels der *Norm* in ein Endpolygon verwandelt; d. h. zwischen den Endpunkten der Gewölbeknochen und der Basis sind gerade Linien gezogen, sowohl äussere wie innere. Jene gehören dem äusseren, diese dem inneren Medianbogen des Schädels an. Auch der Schädel-Innenraum ist dadurch in ein Vieleck verwandelt worden.

Das äussere und innere Polygon des Schädels von *Kegel* ist zur leichteren Unterscheidung mit kurzgestrichelten Linien gezeichnet. Wo seine Grenzen über den Rahmen von *N.* hinausgehen, ist Schraffierung der überschreitenden Fläche in Anwendung gebracht.

Am Nasion, Typhlon und Basion fallen die beiden polygonalen Rahmen, der ausgezogene und der gestrichelte, zusammen; an allen andern Orten weichen sie auseinander.

Das frontale Rahmenstück von *K.* (*nbr'*, *tebr'*) weicht mit seinem oberen Ende nach hinten ab. Die Linie *nbr'* schliesst mit der Linie *nbr'* einen Winkel von 11° ein. Das Bregma von *K.* liegt von dem Bregma von *N.* 13 mm entfernt, hinter ihm und etwas tiefer. Das Parietalstück des Rahmens von *K.* zieht nun neben und teilweise hinter dem gleichnamigen Stücke von *N.* zum Lambda herab, in ziemlich paralleler Bahn mit ihm. Das Lambda von *K.* ist von dem Lambda von *N.* 7 mm entfernt und liegt, mit Bezug auf den Schädel, hinter ihm.

Der Rahmenteil von *K.*, welcher der Oberschuppe entspricht (*l'*, *el'*; *i'c'*) kreuzt sich mit dem gleichnamigen von *N.*; dieser zieht nämlich von oben-vorn fast gerade abwärts; jener dagegen von oben-hinten nach unten-vorn. Das Inion von *K.* (*i'*) liegt daher *vor* dem Inion von *N.* (*i*); dieses liegt höher und weiter hinten; jenes tiefer und weiter vorn; *i'* ist von *i* 10 mm entfernt.

Jener zugespitzte Teil des Rahmens, welcher die Unterschuppe bedeutet, zieht bei *K.* und bei *N.* nach vorn-unten; ein ansehnlicher

Rahmenteil von K. liegt jedoch einwärts von N. und auf N. Die Spitzen beider Teile sind ganz frei: das Opisthion von K. aber (*o'*) liegt höher als das von N., und etwas vor- oder kopfwärts von ihm. An *o'* und *o* schliessen sich die das Foramen magnum bedeutenden Linien an, welche das Basion (*b*) erreichen. Von hier weichen die beiden gemeinsamen basalen Linien nach oben-vorn auseinander, um zum Nasion und Typhlon zu gelangen.

Deutlicher und leichter an den Polygonen als an den wirklichen Schädeln gelangt man zu dem für die richtige Beurteilung des Schädels von Kegel grundlegenden allgemeinen Ergebnis: Die Niederlegung der Stirn, die so auffallend zutage tritt, ist nicht nur eine örtliche Erscheinung an ihm geblieben, sondern sie hat auf das *ganze Schädelgewölbe*, vielleicht selbst auf die Basis verändernd eingewirkt. Möglicherweise aber hat man die hinter dem Stirnbein gelegenen Veränderungen nicht einfach als eine unmittelbare Folge der Niederlegung der *Stirn* zu beurteilen; sondern diese ist vielleicht als Teilerscheinung eines allgemeinen Vorgangs aufzufassen, welcher das ganze Gewölbe ergriffen und auch das Stirnbein, dieses am meisten, niedergelegt hat.

Immerhin wird die Niederlegung eines so grossen Gewölbestückes wie die Schuppe des Stirnbeins es ist, nicht ohne unmittelbare Rückwirkung auf das übrige Gewölbe bleiben können.

Man kann dies zu einem gewissen Grade an einem Drahtmodell nachahmen. Stellt man sich aus einem nicht allzudicken geglähten Eisendraht ein Gewölbe her, welches mit dem Medianbogen des Schädels der Norm ganz übereinstimmt; legt man sodann das Drahtgewölbe auf den Tisch, hält seine basalen Enden mit zwei Fingern der einen Hand fest, während die andere Hand die Stirngegend des Drahtmodells niederzulegen versucht, so werden sofort alle Teile des Gewölbes in Anspruch genommen. Die neue Form aber, welche durch den Druck auf die Stirn das Drahtmodell annimmt, ähnelt in hohem Grade dem Medianbogen des Schädels von Kegel. Aus dem Schädel der Norm ist der Schädel von Kegel geworden. Der hintere Fusspunkt des Gewölbes, die Gegend des Opisthion, sucht sogar aufzusteigen und steigt wirklich auf, wenn nur der festhaltende Finger das Gewölbe etwas weiter hinten, am Hypo-Inion, oder am Inion festhält. Dann erhält man den auf-

steigenden Teil der Unterschuppe, der uns in Fig. 10 und 11 entgegentritt. Lässt man mit dem Drucke nach, so geht wieder der Schädel der Norm hervor. Nun besteht freilich das Schädelgewölbe nicht aus Draht, nicht ein äusserer Druck auf die Stirn, nicht eine Binde hat die Stirn des Schädels von Kegel niedergedrückt. Aber als Beispiel, dass selbst ein örtlicher Vorgang eine allgemeine Wirkung haben könne, mag der Versuch wohl gelten.

Die Niederlegung des Gewölbes hat noch eine andere wichtige Folge: *Raumverminderung*. Diese Folge tritt ein, auch ohne dass ein Gewölbestück eine Verkleinerung erfährt. Wie ein Quadrat, ein gerader Würfel, jenes an Flächeninhalt, dieser an körperlichem Inhalt verliert, wenn aus jenem ein Rhombus, aus diesem ein rhombischer Würfel gemacht wird, so verhält es sich auch hier, allerdings mit dem Unterschied, dass dem Organismus ausgleichende Kräfte zu Gebot stehen.

Zur Berechnung von *Indexwerten* sind in Figur 15 auf die Richtungslinien *nl* und *tel* (Nasion-Lambda, Typhlon-Endolambda) vom Bregma und Endobregma aus Ordinaten gezogen. Maassangaben für Richtungslinien, Ordinaten und Abszissen sind beigelegt. Es ist daher leicht möglich, Indexwerte zu berechnen. In dem berechneten Höhenindex von K. und N. hat man dann zwei Maasse, welche bis zu einem gewissen Grade der Ausdruck des Wesens der beiden Hirnschädel sind.

Führt man die Rechnung für die äusseren Polygone von N. und K. durch, so ist der Ansatz für N. der folgende:

$$174 : 72 = 100 : x,$$

$$x = 41,3.$$

Für K. dagegen:

$$180 : 69 = 100 : x,$$

$$x = 38,3.$$

Die Längenhöhenindices 41,3 für N., 38,3 für K. stellen einfache Zahlensymbole der beiden Schädel dar.

IV. Die Neigung der Stirn.

Der Strassburger Anatom G. Schwalbe hat sich das Verdienst erworben, eine Reihe von Methoden ausfindig zu machen und bei Mensch und Tier anzuwenden, welche es ermöglichen, den Grad der Neigung

der Stirn weit genauer und zuverlässiger zu bestimmen, als es früher geschehen war.

Die von ihm benutzten Methoden sind die folgenden:

1. Die Messung des Stirnwinkels. Die eine Gerade zieht von der Glabella zum vorragendsten Punkt der Stirnwölbung, die andere von der Glabella zum Inion. Der von beiden eingeschlossene Winkel ist der Stirnwinkel.

2. Die Messung des Bregmawinkels. Die eine Gerade zieht von der Glabella zum Bregma, die andere von der Glabella zum Inion.

3. Messung der Lage des Bregma. Von dem Bregma wird eine Vertikale zur Nasion-Inionlinie gezogen. Der Abstand vom Nasion zum Schnittpunkt zeigt die Lage des Bregma an. Auf die Länge 100 für die Nasion-Inionlinie berechnet, ist dieser Abstand der Index der Bregmalage.

4. Messung des Bogens und der Sehne des Stirnbeins. Auf die Bogenlänge von 100 berechnet wird der Sehnenwert zum Krümmungsindex des Stirnbogens.

5. Messung des Krümmungswinkels nach Lissauers Vorschlag: Von den Endpunkten des Stirnbeinbogens werden Gerade zum vorragendsten Punkt der Wölbung gezogen; der von ihnen eingeschlossene Wölbungswinkel wird Krümmungswinkel genannt.

Die Methoden 4 und 5 sind oben am Schädel von Kegel und am Schädel der Norm bereits in Anwendung gebracht und beschrieben worden.

Hiernach hat das Stirnbein von K. einen Krümmungsindex von 92,7; das von N. einen Krümmungsindex von 89,1.

Das Stirnbein von K. hat einen (äusseren) Krümmungswinkel von 142° , das von N. einen solchen von 134° .

Beide Werte bezeichnen für das Stirnbein von K. eine Abflachung gegenüber dem Stirnbein von N.

Wie verhält es sich mit dem Ergebnis der übrigen drei Methoden an beiden Schädeln?

Der Stirnwinkel hat am Schädel von K. den Wert von 74° , an dem von N. aber 88° .

Der Bregmawinkel ist bei K. 58° , bei N. 62° .

Auch in diesen Zahlen spricht sich deutlich die Überlegenheit der Stirnwölbung von N. aus, wenn auch der Unterschied der beiden Bregmawinkel — 4° — sich als unerwartet klein herausstellt.

Wodurch, so musste die Frage lauten, konnte die überraschende Kleinheit dieses Unterschiedes veranlasst werden?

Die Antwort liegt nahe. Als eine der Linien, welche in den benützten Methoden eine grosse Rolle spielt, ist die Nasion-Inionlinie zu erkennen. Wie aber, wenn diese Linie bei der Niederlegung des Stirnbeins am Schädel von Kegel *ebenfalls* herabsinkt? Dann könnte das Stirnbein noch so sehr niedergelegt werden, die Nasion-Inionlinie aber machte den gleichen Weg mit und der von der Nasion-Bregmalinie und von der Nasion-Inionlinie begrenzte Winkel bliebe immer der gleiche. Und wenn die Nasion-Inionlinie nicht ebensoweit sich neigte, als die Nasion-Bregmalinie, sondern nur in geringerem Grade, so konnte doch nie ein richtiges Ergebnis erzielt werden!

Diese Erklärung erwies sich als die richtige. Die Nasion-Inionlinie wanderte im Schädel von Kegel bei der Depression seines Stirnbeins mit. Dass sie es tat, ist auch ganz begreiflich. Man braucht dabei nur an den Umstand zu denken, dass das Grosshirn, vorn beengt, nach hinten andrängen musste und nach unten. Ich will davon schweigen, dass der zuvor erwähnte Versuch mit dem *Drahtmodell* die gleichzeitige Niederlegung *beider* Linien, die geringere jedoch an der unteren Linie zeigt. Aber ein Blick auf die der Wirklichkeit entsprechende Fig. 15 lässt die Niederlegung der Nasion-Inionlinie ebenfalls wahrnehmen; und der Grad der Niederlegung kann hier gemessen werden. Während das Stirnbein von Kegel gegenüber dem Stirnbein des Schädels der Norm eine Neigung von 11° erfährt, sinkt die Nasion-Inionlinie gleichzeitig um 4° herab. So verhält es sich bei einer Einstellung beider Schädel auf die Basallinie. Eine Einstellung beider Schädel auf die Nasion-Inionlinie dagegen erzeugt Verhältnisse, wie sie an Figur 11 vorliegen.

Hiermit war Veranlassung gegeben, die Nasion-Inionlinie als Richtungslinie im vorliegenden Fall zu verwerfen und nachzusehen, welche Linien den grössten Ausschlag ergaben, d. h. den grössten Unterschied der Winkelbeträge an beiden Schädeln zeigten. Der Grösse des Unterschiedes nach folgen hier die einzelnen Versuche.

1. Nasion-Inionlinie, Nasion-Bregmalinie: K. = 61° , N. = 64° , Unterschied 3° .
2. Nasion-Lambda, Nasion-Bregma: K. = 39° , N. = 43° , Unterschied 4° .
3. Glabella-Inion, Glabella-Bregma: K. = 58° , N. = 62° , Unterschied 4° .
4. Typhlon-Ephippion, Typhlon-Endobregma: K. = 60° , N. = 64° , Unterschied 4° .
5. Glabella-Basion, Glabella-Bregma: K. = 76° , N. = 81° , Unterschied 5° .
6. Glabella-Lambda, Glabella-Bregma: K. = 36° , N. = 41° , Unterschied 5° .
7. Nasion-Basion, Nasion-Bregma: K. = 76° , N. = 81° , Unterschied 5° .
8. Typhlon-Basion, Typhlon-Endobregma: K. = 85° , N. = 91° , Unterschied 6° .
9. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Inion: K. = 74° , N. = 88° , Unterschied 14° .
10. Glabella-Stirnwölbung, Typhlon-Ephippion: K. = 65° , N. = 80° , Unterschied 15° .
11. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Lambda: K. = 52° , N. = 68° , Unterschied 16° .
12. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Basion: K. = 91° , N. = 107° , Unterschied 16° .
13. Glabella-Stirnwölbung, Nasion-Lambda: K. = 44° , N. = 62° , Unterschied 18° .
14. Glabella-Stirnwölbung, Nasion-Basion: K. = 82° , N. = 100° , Unterschied 18° .

Die Gegenüberstellung der Winkelbeträge von zwei Schädeln lässt naturgemäss noch kein entscheidendes Urteil zu und ist weit davon entfernt, allgemein gültige Regeln ableiten zu wollen; aber sie liefert doch bestimmte Hinweise, in welcher Richtung weitere Versuche anzustellen sein werden. Andererseits darf man auch nicht zu gering von dieser Gegenüberstellung denken. Denn der eine Schädel ist ein solcher mit fliehender Stirn und den weithin sich erstreckenden Begleiterscheinungen; der andere aber ist ein sehr wohlgeformter und trägt

in seinem ganzen Bau eine gewisse Vollkommenheit und Schönheit. Gerade der grosse Gegensatz, in welchem beide stehen, fällt zugunsten des Wertes der Gegenüberstellung aus.

Noch eine Reihe *anderer* Messungen wurde an beiden Schädeln ausgeführt.

Vom Bregma aus wurden Vertikale zu verschiedenen Linien an beiden Schädel-Zeichnungen gezogen, Gerade auch zu gewissen Punkten am Schädel selbst oder an seinen Zeichnungen. Diese Linien wurden dann gemessen und zeigen folgende Werte (s. Tafelfigur 7 und 9):

Linien: am Schädel von K. und N. Unterschied:

	mm lang	mm lang	mm
<i>gbr</i>	108	95	8
<i>nbr</i>	115	107	8
<i>tebr</i>	95	89	6
<i>debr</i>	95	89	6
<i>zbr</i>	87	84	3
<i>ybr</i>	99	96	3
<i>vebr</i>	81	80	1
<i>ubr</i>	59	62	3
<i>rbr</i>	70	72	2
<i>ebr</i>	90	88	2

Von allen hier gemessenen Linien zeigen die grössten Längenunterschiede hiernach die Glabella-Bregmalinie, die Nasion-Bregmalinie, die Typhlon-Endobregmalinie und die Vertikale vom Endobregma zur inneren Basallinie. In allen diesen ist der Schädel von K. im Übergewicht.

Die Linie *td* bei N. hat den Wert 0; d. h. die Vertikale vom Endobregma zur Basis interna fällt zusammen mit der Linie *tebr* (= Typhlon-Endobregma), deren Länge 89 mm beträgt:

Endlich seien folgende Indexberechnungen und Indexunterschiede zwischen beiden Schädeln der Beachtung empfohlen:

1. Die Linie *nx* (Abszisse der Bregma-Ordinate auf die äussere Basallinie) hat bei K. eine Länge von 30 mm; die Basislänge = 104 mm. Auf 100 mm Basislänge berechnet hat jene Abszisse die Länge 28,8; dies ist ihr Index.

Bei N. ist die Linie nx dagegen nur 17 mm lang; die Basis hat die Länge wie bei K. Ihr Index ist hiernach 16,3.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 13. Indexunterschied 12,5.

2. Die Linie td (Endobregma-Vertikale auf die innere Basislinie) ist bei K. = 10 mm, die innere Basislinie 93 mm lang; Index = 10,7.

Die Linie td bei N. ist 0 mm lang; Index = 0.

Längenunterschied der beiden td -Linien = 10 mm; Indexunterschied = 10,7.

3. Die Linie ny (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Nasion-Inionlinie) ist bei K. 58 mm, die Nasion-Inionlinie 173 mm lang. Index = 33,5.

Bei N. ist die Linie ny 48 mm, die Nasion-Inionlinie 180 mm lang. Index = 26,7.

Längenunterschied der Abszissen = 10; Indexunterschied = 6,8.

4. Die Linie tr (Abszisse der Endobregma-Vertikalen auf die Linie Typhlon-Confluens ist bei K. 49 mm, die Linie tc 143 mm lang. Index = 34,3.

Bei N. dagegen hat die Linie tr 38 mm, die Linie tc aber 151 mm Länge. Index = 25,2.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 11; Indexunterschied = 9,1.

5. Die Linie gz (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Linie Glabella-Inion) ist bei K. 58 mm lang, während die Glabella-Inionlinie eine Länge von 180 mm besitzt. Index = 32,2.

Bei N. hat die Linie gz 46 mm, die Glabella-Inionlinie aber 187 mm Länge. Index = 24,6.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 12; Indexunterschied = 7,6.

6. Die Linie nr (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Nasion-Lambdalinie) ist bei K. 92 mm, die Nasion-Lambdalinie 180 mm lang. Index = 54.

Bei N. hat die Abszisse nr die Länge von 80 mm, während die nr -Linie 173 mm lang ist. Index = 46,2.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 8; Indexunterschied = 7,8.

7. Die Linie gu (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Glabella-Lambdalinie) hat bei K. die Länge von 84 mm, während die Glabella-Lambdalinie 180 mm lang ist. Index = 46,6.

Bei N. ist die Linie gu 72 mm, die Glabella-Lambdalinie aber 173 mm lang. Index = 41,6.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 12; Indexunterschied = 5.

Die grössten Indexunterschiede zeigen hiernach die Versuche 1, 2 und 4 mit Indexunterschieden von 12,5; 10,7; 9,1. Ihnen liegen folgende *Richtungslinien* zugrunde:

- im 1. Versuch die äussere Basallinie, *nb*;
- im 2. Versuch die innere Basallinie, *tb*;
- im 4. Versuch die Linie Typhlon-Confluens;
- im 6. Versuch würde sich jetzt die Nasion-Lambdalinie anschliessen.

Bei den vorhergeschilderten *Winkelmessungen* gaben folgende Versuche den grössten Ausschlag:

- Versuch 13 und 14, mit je 18° Unterschied an beiden Schädeln;
- Versuch 1 und 3, mit je 16° Unterschied an beiden Schädeln.

In dem Versuch 1 wurde die Glabella-Lambdalinie, im Versuch 3 die Glabella-Basionlinie, im Versuch 13 die Nasion-Lambdalinie, und im Versuch 14 die Nasion-Basionlinie zur unteren Richtungslinie gewählt.

Man erkennt hieraus, dass sowohl für die Winkelmessung als für die Abszissenmessung der *äusseren und inneren Basallinie* die Führung zukommt.

Merkwürdig genug spielt in beiderlei Messungen auch das Lambda eine bedeutende Rolle, obwohl es gerade am entgegengesetzten Punkte, hoch über *b*, seine Lage hat.

V. Versuche an Drahtmodellen.

Die hier mitzuteilenden Versuche sind solche über die Flüssigkeit der Form. Es sollte durch sie ermittelt werden, in welchen Grenzen es gelingen möchte, einfach durch Zug und Druck an gewissen Stellen. d. i. durch Entfernung zweier Punkte voneinander, oder durch Annäherung zweier Punkte aneinander, die Hauptformen des Schädeltgewölbes künstlich hervorzubringen, eine morphologisch niedriger stehende Gewölbeform in eine höhere überzuführen, oder auch eine morphologisch höhere in eine niedriger stehende zurückzuverwandeln.

Würden derartige Versuche gelingen, so würden sie geeignet sein, nach mancher Seite hin Licht zu verbreiten. Sie würden vor allem auf den hohen Wert hinweisen, welcher den absoluten Maassen, gegenüber den nur relativen, unter allen Umständen zugerechnet werden

muss. Mit einem umfangreichen gutausgestatteten Urmaterial lassen sich bedeutende Gestalten erreichen. Nie wäre es möglich, mit engbemessenem Urmaterial etwas dem Ähnliches irgend hervorzubringen. Man nehme drei Würfel von gleicher Grösse und stelle sie in einer Ebene hintereinander auf. Nimmt man nun den hintersten Würfel und stellt ihn auf den vordersten, so hat sich zwar der Längenhöhenindex ausserordentlich geändert, der Rauminhalt ist aber der gleiche geblieben.

Versuche dieser Art mussten ferner zu der Prüfung führen, welches Verhältnis der *Raumform* des Gewölbes zu dem *kubischen Inhalt* zukomme, den es einzuschliessen vermag. Die Kugeloberfläche schliesst mehr Raum ein, als ein Ellipsoid von gleicher Oberfläche; der Kreis hat mehr Flächeninhalt, als eine Ellipse von gleichem Umfang. Lag etwa gar in diesen geometrischen Gesetzen eine stillwirkende Macht vor, welche als geometrische Auslese zu bezeichnen wäre? Grosse abgeplattete Ellipsoide nehmen viel Raum ein, kosten viel Material, haben ein grosses Gewicht, verschlingen also viel Kräfte.

Eine Kugel ist dem Ellipsoid gegenüber Materialersparnis, Verminderung an Gewicht, Freiwerden von Kräften. Unter den Schädeln und unter den Gehirnen gibt es sehr langgestreckte abgeplattete Ellipsoide; aber es gibt auch fast kugelförmige Schädel und Gehirne. Das Gehirn ist immer kürzer, breiter, höher, als der zugehörige Schädel. Das Gehirn aber ist ein noch kostbareres Material als der Schädel. Ist man nicht genötigt, vor allem für das Gehirn zu erwarten, dass es die *beste Raumform* einzunehmen suchen müsse, da es so für seine eigene und für die Ökonomie des ganzen Körpers am vorteilhaftesten ist?

Es scheint mir geboten zu sein, an diesem Platze der mathematischen Formeln zu gedenken, welche den Umfang, den Flächen- und den Körperinhalt des Kreises und der Ellipse ausdrücken.

Dem Kreisumfang gilt die Formel $u = 2\pi r$; dem Ellipsenumfang dagegen $u' = (a + b) \cdot \pi$, wobei a und b die grosse und kleine Halbachse bedeuten.

Die Kreisfläche hat die Gleichung $f = r^2 \cdot \pi$; die Ellipsenfläche aber $f' = ab \cdot \pi$.

Der Kugelinhalt hat die Gleichung $i = \frac{4}{3} r^3 \cdot \pi$; der Ellipsoideninhalt $i' = \frac{4}{3} abc \cdot \pi$.

Aus der Beurteilung dieser Formeln ergibt sich das, was für unsere Aufgabe erforderlich.

Betrachten wir das Verhältniß von Kugel- und Ellipsoidinhalt zuerst, so zeigt sich, dass der Inhalt beider Körper nur dann gleich ist, wenn abc , d. h. die verschiedenen Halbachsen des dreiachsigen Ellipsoides, der Grösse r^3 gleich sind. Wird eine Halbachse kleiner als r , oder gar deren zwei, so haben wir zwar ein Ellipsoid, aber dieses ist der Formel entsprechend notwendig kleiner als die Kugel.

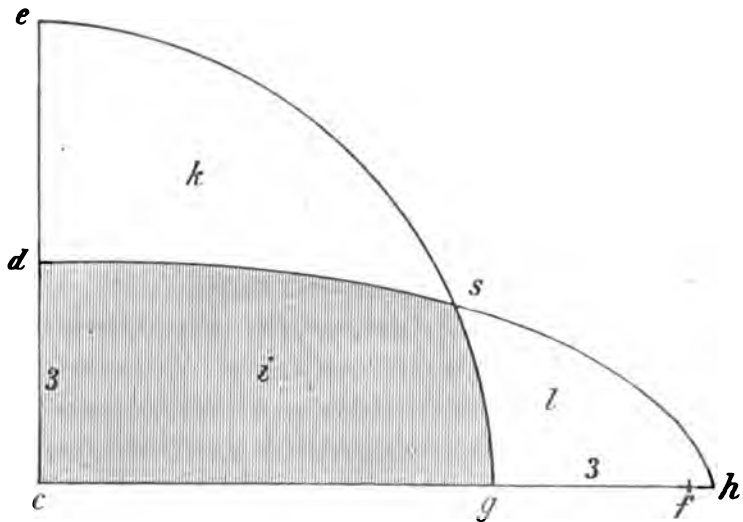


Fig. 16.

Quadrant einer Kreis- und einer Ellipsenfläche von gleich grossem Umfang. ce = Radius; cd kleine Halbachse; ch grosse Halbachse; f — Brennpunkt; c = Mittelpunkt; i = gemeinsame Fläche; k Ergänzungsstück zum Kreise; l = Ergänzungsstück zur Ellipse.

$$ce = r = 6$$

$$ch = a = 9$$

$$cd = b = 3$$

Wird aber eine Halbachse oder gar zwei Halbachsen grösser genommen als r , so ist der Körper ebenfalls keine Kugel mehr, aber es fehlt der zweiten oder den beiden Achsen alsdann etwas, um wieder $= r^3$ zu sein, d. h. eine Kugel bilden zu können. Folglich fehlt dem Ellipsoid immer etwas zu einer Kugel, woher denn auch sein Name stammt.

Wenden wir uns zum Verhältniß der Umfänge und Flächen, so sei für diese Betrachtung Figur 16 ins Auge gefasst, welche je einen

Quadranten einer Kreis- und einer Ellipsenfläche darstellt. Der Radius des Kreises hat den Wert der halben Summe der grossen und kleinen Achse der Ellipse. Dann sind, den Formeln $u=2r\pi$ und $u'=(a+b)\cdot\pi$ gemäss die Umfänge des Kreises und der Ellipse einander gleich, ebenso die Bogen eg und dh einander an Länge gleich. Aber die Flächen beider Quadranten sind einander nicht gleich, sondern die Fläche des elliptischen Quadranten ist der Formel gemäss kleiner. Legt man die in der Fig. gegebenen bestimmten Zahlen ein, so steht im Kreis die Zahl 36 der Zahl 27 in der Ellipse gegenüber.

Die Fig. 16 zeigt deutlich das Verhältnis an. Die schraffierte Fläche i ist beiden Quadranten gemeinsam. Das die gemeinsame Fläche des Quadranten ergänzende Stück k ist aber offenbar grösser, als das Stück l , welches die Fläche i zum elliptischen Quadranten ergänzt.

Der Quadrant einer Ellipsenfläche, welcher dem Quadranten einer Kreisfläche an Fläche *gleich* sein soll, muss grösseren Achsen den Ursprung verdanken; denn $a \cdot b$ muss r^2 darin gleich sein.

Um nun an unsere Aufgabe anzuknüpfen, so ist Fig. 16 nicht allein das Bild eines Quadranten einer Kreis- und Ellipsenfläche, sondern auch der Hälfte von zwei Schädel-Medianschnitten. Der elliptische Quadrant bedeutet die hintere Hälfte des Medianschnittes des Neandertaler Schädels, der kreisförmige dagegen die Hälfte des Medianschnittes des Schädels der Norm.

Die Form des Neandertaler Schädels ist hiernach eine im geometrischen Sinn ungünstige. Es bleibt zu erwägen, ob nicht die mehr kugelige Form des gegenwärtigen Schädels zum Teil gerade dadurch hervorgerufen worden ist, dass sie sich den Raumgesetzen besser angepasst hat.

Somit kann jetzt das Interesse des Lesers den folgenden Versuchen zugewendet werden.

1. Der Schädel vom Neandertal und der von Kegel.

Die nächste Veranlassung zu diesem Versuch ist bereits oben erwähnt worden. Es war beabsichtigt, in Erfahrung zu bringen, wie ein Drahtmodell, welches den äusseren Medianbogen eines schön geformten Schädelgewölbes möglichst genau nachahmte, gegen einen auf die Stirn-

gegend ausgeübten Druck reagieren würde, wenn die beiden Gewölbenenden festgehalten waren, sei es nun, dass der Drahtbogen auf einer Ebene lag oder in vertikale Stellung gebracht wurde. Der Versuch gelang; der Schädel der Norm war in einen Schädel von Kegel in befriedigender Weise übergeführt worden. Nicht der ganze Schädel freilich, sondern nur sein äusserer Medianbogen.

Wenn dies möglich war, so lag kein Hindernis vor, etwas weiter zu gehen. Es konnte dann auch vielleicht gelingen, den Schädel von Kegel, oder selbst den der Norm, in einen *Neandertaler* Umriss überzuführen, oder umgekehrt einen Neandertaler Schädel in einen solchen der Norm.

Als Draht diente geglähter Eisendraht von 1,5 mm Durchmesser. Er lässt sich leicht in die gewünschten Formen bringen, wenn man dazu die erforderlichen Werkzeuge benützt, und behält dabei genügende Elastizität, die ihn nach dem Versuch ohne grossen Rückstand wieder in die Ausgangsform zurückkehren lässt, wenn der ausgeübte Druck oder der ausgeübte Zug nachgelassen hat.

Ausser dem Draht sind Zeichnungen der Medianbogen jener Schädel erforderlich, auf welche der Versuch angewendet werden soll, also z. B. des Schädels von Kegel, vom Neandertal usw.

Die benutzten Drahtmodelle sind alle so geformt worden, dass die Aussenlinie des Drahtes mit der Linie der Zeichnung des Medianbogens der Schädel zusammenfiel.

a) Vorwärtsbewegung. Fig. 16.

Das Papier, welches die Zeichnung des Medianbogens des Schädels von Kegel enthält, wird auf einem Tische ausgebreitet und das Drahtmodell des Neandertaler Schädels zu dieser Zeichnung in Beziehung gebracht.

Die beiden Nasionpunkte, der des Drahtmodells und der Zeichnung, werden aufeinander gepasst, der Inionpunkt des Drahtmodells, welcher weit hinter dem Inionpunkt der Zeichnung liegt (um 27 mm), gegen den Inionpunkt der Zeichnung vorgeschoben und hier festgehalten. Das Drahtmodell hat sich emporgewölbt und dem auf dem Papier aufgezeichneten Umriss des Schädels von Kegel erheblich genähert, um es teils zu erreichen (im Stirngebiet), teils hinter ihm zurückzubleiben.

Nun wird der Umriss des Drahtbogens mit Bleistift auf dem Papier fixiert und der Versuch ist beendet. Das Drahtmodell nimmt wieder die Neandertaler Form an und ist zu weiteren Versuchen verwendbar.

Auf Figur 16 ist in dem mit starker Linie ausgeführten Bogen der Medianumriss des Neandertaler Schädels wiedergegeben, dessen Stelle im *Versuch* vom Drahtmodell eingenommen wird. Der Pfeil zeigt die Richtung an, in welcher das Inion (*i*) des Modells sich nach vorn bewegen wird, um *i'*, das Inion des Schädels von Kegel zu erreichen.

Der mediane Umriss des Schädels von Kegel ist mit gestrichelter Linie aufgetragen. Die feine Linie *N'* zeigt die neue Form an, welche das Neandertaler Drahtmodell bei Anpassung der Nasion- und Inionpunkte auf den Schädel von Kegel angenommen hat. Sie ist mit der Bleifeder durch Nachfahren fixiert worden.

Aus dem Angegebenen erklärt sich der Ausdruck Vorwärtsbewegung. Wenn das Drahtmodell des Schädels von Kegel sich den Endpunkten des Neandertaler Gewölbes anzupassen haben wird, findet Rückwärtsbewegung statt; die Richtung des Pfeiles geht dann nach hinten, wie hier nach vorn.

Wer es nicht genauer wüsste, würde in dem Bogen *N'* sehr wohl einen Schädel von Kegel erblicken können, dessen Scheitel- und Hinterhauptgegend abgeflacht wäre, obwohl in Wirklichkeit ein Neandertaler Gewölbe vorliegt, welches sich zu dem von Kegel zu erheben versuchte, ohne es ganz zu erreichen.

Diese Umformung ist nur möglich geworden durch den Umstand, dass der Schädel von Neandertal eine grössere absolute Länge besitzt, als der von Kegel; der Längenunterschied beider Nasion-Inionlinien ist 27 mm. Nur mit einem umfangreichen Urmaterial lässt sich eine Umformung dieser Art erreichen.

Verfolgen wir den sekundären Neandertalbogen *N'* etwas genauer, so erhebt er sich vom Inion (*i'*) zuerst steil nach oben, kreuzt das Epi-Inion (*ei*) von Kegel und zieht in weitem Bogen und in ansehnlichem Abstand vom Umriss des Schädels von Kegel gegen dessen Stirnlinie hin, die er 3 cm vor dem Bregma (*br*) fast erreicht. Nahe ihrem Innenrande dahinziehend, gelangt er zur Supraorbitallinie von *K*, durchschneidet sie und findet in vorwärts konvexem Bogen am Nasion sein Ende.

Um den schraffierten Raum *v* ist der sekundäre Bogen des Neandertalers hinter dem Umriss des Schädels von Kegel zurückgeblieben. Dieser Raum ist jedoch nicht einfach als dem Cavum cranii angehörig zu deuten, denn die Umrisslinien sind sämtlich äussere, nicht innere, welche erst gezogen werden müssten. Da jene beiden Linien *äussere* sind, so wird der Raum zwischen beiden *inneren* Linien sich etwas verkleinern, immer aber noch beträchtlich sein, so dass man, allein von diesen Umrisslinien ausgehend, ein Recht haben würde zu behaupten, das Cavum cranii des Neandertalers stehe dem des Schädels von K. ansehnlich nach. Doch ist zu beachten, dass der Schädel des Neandertalers den von Kegel um etwa 10 mm an Breite übertrifft.

Die Gewölbehöhe des Neandertaler Schädels beträgt 88 mm; sie hat im Versuch 98 mm erreicht, also um 10 mm zugenommen; aber sie ist hinter der Höhe des Schädels von Kegel um 12 mm zurückgeblieben; zugleich hat sich bei dieser Umwandlung der Kulminationspunkt des Gewölbes von hinten nach vorn um 19 mm verschoben; 6 mm über den Schädel von K. noch hinaus nach vorn (s. Figur 16).

Nimmt man den Innenraum des Schädels bis zur Würzburger Ebene hin, also mit Wegfall des unteren Schädelraumes, als ein horizontal halbiertes dreiachsiges Ellipsoid, so berechnet sich der oberhalb jener Ebene gelegene obere Schädelraum von Kegel unter Zugrundelegung der Halbachsen 82, 68, 90, auf 1050 ccm.

In der unmittelbaren Volummessung der Schädelhöhle von Kegel hat diese als Ganzes, unter Mitmessung des unteren Raumes, einen Inhalt von 1320 ccm. Für den unteren Raum würden nach diesen Bestimmungen etwa 300 ccm verbleiben. Unmittelbar gemessen hat der untere Schädelraum von K. einen Inhalt von 175—180 ccm.

Berechnet man unter den gleichen Voraussetzungen und unter Einstellung der Annäherungswerte für die inneren Halbachsen 88, 70, 80, das Volum des *Neandertaler* Schädels, so erhält man als Volum des *oberen* Hirnraumes den Betrag von 1031 ccm. Ich halte diesen Wert für richtiger, als den gewöhnlich für den *ganzen* Innenraum angenommenen.

b) *Rückwärtsbewegung.* Fig. 17.

Auf dem Tisch liegt ein Blatt Papier mit der Zeichnung der

Mediankurve des Schädels vom Neandertal und seiner Nasion-Inionlinie. Das Drahtmodell der Mediankurve des Schädels von Kegel wird zunächst mit dem Nasionpunkte dem Nasion der Zeichnung angepasst. Das Inion des Drahtmodells aber wird langsam nach hinten gezogen, bis es das Inion der Zeichnung erreicht hat. Beide Punkte, der vordere und der hintere, werden festgehalten und der veränderte Bogen des Drahtmodells mit Zeichenstift auf dem Papiere fixiert, auf welchem auch, in starker Linie, der Medianbogen des Schädels von Kegel als Ausgangslinie aufgezeichnet ist. Hierauf wird das Drahtmodell entfernt.

Wie Figur 17 zeigt, ist mit dieser Ausspannung des Schädelbogens von Kegel dessen sekundäre, veränderte Umrisslinie der des Neandertalers so ähnlich geworden, dass jedermann in ihr den Medianbogen eines Schädels der Neandertalgruppe erkennen wird.

Die Richtung des Pfeils gibt an, wohin das Inion des Drahtmodells (starke Linie) gezogen werden soll.

Untersucht man auf Figur 17 den sekundären Bogen von Kegel (K') genauer auf seiner Bahn nach dem neuerworbenen, entfernten Inion (i'), so bemerken wir in der Nasiongegend besser als auf der vorhergehenden Tafel, dass der *unveränderte* Anfangsteil des Kegerer Bogens, seine Glabella, weiter nach vorn vorspringt, als die Glabella von Neandertal. Die sekundäre Glabella von Kegel (zwischen der starken und der gestrichelten Linie gelegen) hält zwischen beiden Vorsprüngen die Mitte ein, liegt also immer noch nicht so tief, wie die Glabella des wirklichen Neandertalers. Das Vorragen seines mächtigen Glabellarwulstes ist hiernach vor allem bedingt durch die fliehende Linie der Stirn.

Die Stirngegend des sekundären Bogens von Kegel (K') hat sich noch mehr abgeflacht und ist der Neandertaler Stirnform sehr ähnlich geworden.

An der Glabella nur 3 mm von dem Bogen von Neandertal entfernt, gewinnt die Linie K' allmählich einen grösseren Abstand, welcher in der Gegend des Bregma mit 12 mm sein Maximum erlangt, gegen das Lambda hin ein wenig kleiner wird, am Lambda noch einmal leicht anschwillt, um sodann in rascher Wendung nach unten zu 0 zu werden, ja in der zwischen Epi-Inion und Inion gelegenen Gegend in das

Gegenteil umzuschlagen. Die Linie K' schneidet also oberhalb des Epi-Inion in die Neandertallinie ein und zieht von hier fast senkrecht zum neuen Inion i' .

Der Raum, welcher zwischen der sekundären Linie von Kegel (K') und der Oberfläche des Neandertaler Schädels übrig bleibt, ist auf Figur 17 schraffiert dargestellt, hat die Form einer langgestreckten schmalen Sichel, die vorn noch eine kleine Nebensichel trägt. Der Raum erstreckt sich nahezu über die ganze Oberfläche des Gewölbes und hört erst einige 20 mm oberhalb des neuen Inion auf, wo ein kleines Segment der Neandertaler Kurve abgeschnitten wird.

Der Raum hat eine annähernde Ähnlichkeit mit dem entsprechenden Raum der vorigen Tafel, doch ist dieser notwendigerweise kürzer und stärker gewölbt; sein Stirnteil ist auch weit schmaler.

2. Die Schädel der Norm¹⁾ und vom Neandertal.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 18.

Auf ein Blatt Papier ist mit starker Linie die Mediankurve des Schädels vom Neandertal, mit gestrichelter Linie der Medianumriss des Schädels der Norm nebst der Nasion-Inionlinie als Richtungslinie aufgetragen. Unterschied in den Längen der Nasion-Inionlinie = 20 mm.

Das Drahtmodell der Mediankurve des Neandertalers wird jetzt zur Hand genommen, der Nasionpunkt des Drahtmodells auf das Nasion der auf dem Tische liegenden Zeichnung gepasst und festgehalten. Darauf wird der Inionpunkt des Modelles gefasst und langsam nach vorn geschoben, bis der Inionpunkt des Schädels der Norm erreicht ist. Er wird gleichfalls festgehalten und der neue Umriss des Drahtmodells mit der Feder nachgefahren; dann ist der Versuch beendet.

Wie verhält sich die aufgetragene neue oder sekundäre Bahn des Drahtmodells zum Medianbogen der Norm?

Vom neuen Inion (i') bis nahe zum Lambda fallen beide Bahnen zusammen, die sekundäre Bahn des Neandertalers hat ganz die Form des Hinterhauptes des Schädels der Norm angenommen. Von hier an aber weichen beide Bahnen, anfangs nur minimal, dann allmählich mehr

¹⁾ Schädel der Norm bedeutet hier wie früher einfach einen normalen Schädel im Gegensatz zum Schädel von Kegel.

auseinander und bleiben getrennt bis an die Glabella hin; 22 mm oberhalb des Nasion findet die Vereinigung statt. Auf der Scheitelhöhe des Schädels der Norm ist der Abstand, mit 11,5 mm, am grössten, vermindert sich darauf am Bregma, wo der Bogen des Schädels der Norm eine leise angedeutete Sattelbildung besitzt, bis auf 8 mm und schwillt vor dem Bregma neuerdings langsam auf 10 mm an. Erst in der Supraorbitalgegend nähert sich der neue Bogen rasch dem Bogen der Norm und verbindet sich dann mit ihm.

Dass das starke Hervortreten des Glabellarwulstes wesentlich eine negative Erscheinung darstellt, d. h. durch das Zurücktreten der Fossa supraglabellaris und der Stirnwölbung bedingt wird, zeigt sich überaus deutlich. Denn die Glabella des Schädels der Norm macht ihren vorn konvexen, vor der Glabella des Neandertalers liegenden Bogen aufwärts in allmählich zunehmender Entfernung von dieser. Nach Ausbildung einer nur schwach angedeuteten und kurzen Fossa supraglabellaris beginnt darauf der steil aufwärts ziehende Bogen der Stirnwölbung, während die Kurve des Neandertalers immer mehr zurücktritt. Selbst die sekundäre Glabella des Neandertalers, die dem Bogen *N'* angehört, tritt nach vorn nicht über die Grenze der Glabella der Norm hinaus, sondern schmiegt sich nur dicht an sie an.

Der zwischen dem sekundären Bogen des Neandertalers und dem Umriss des Schädels der Norm übrig bleibende Raum *v* ist sichelförmig, stark gewölbt, mit vorderer kurzer, hinterer langgezogener Spitze versehen.

b) *Rückwärtsbewegung.* Figur 19.

Die auf dem Tische liegende Zeichnung enthält den in starker Linie dargestellten Medianbogen des Schädels der Norm, in gestrichelter Linie den Medianbogen des Neandertalers und die den beiden Schädeln angehörige Nasion-Inionlinie.

Nunmehr wird das Drahtmodell der Mediankurve des Schädels der Norm aufgelegt, das Nasion des Modells auf das Nasion der Zeichnung gepasst und hier festgehalten. Das Inion des Modells wird hierauf nach hinten zum Inion der Neandertaler Kurve gezogen, gleichfalls festgehalten und der neue Medianbogen des Schädels der Norm mit der Feder aufgetragen. Dann wird das Modell zurückgelegt.

Der neue Bogen *No'*, welcher durch Vergrösserung der Richtungslinie *ni* auf *ni'* zu stande gekommen ist, nimmt folgenden Weg. Er trennt sich oberhalb der Glabella von dem alten Bogen, indem er eine geringere Stirnwölbung beschreibt und sich dadurch dem Neandertaler Bogen etwas nähert. Diese Annäherung beträgt jedoch nicht mehr, als durchschnittlich 5 mm. Nur auf der Scheitelhöhe steigt sie auf 6,5 mm. Bald darauf durchschneidet der neue Bogen den alten und nimmt seinen Weg zum neuen Inion (*i'*). Vom mittleren Stirngebiet bis zur Durchschneidungsstelle ist der Abstand vom Neandertaler Bogen ein grosser, mit einem mittleren Wert von 11 mm, welcher sich an der Scheitelwölbung auf 12 mm erhöht. Weiter hinten und unten vermindert sich der Abstand immer mehr, sinkt unterhalb des Lambda auf 0 und schlägt bald darauf in kurzer Strecke in sein Gegenteil um; d. h. der neue Bogen durchschneidet den Neandertaler Bogen nach innen und gelangt auf diesem Wege an das neue Inion *i'*.

Der leer gebliebene Raum zwischen dem neuen und dem Neandertaler Bogen ist hiernach von ansehnlicher Grösse und hat seine Hauptausdehnung im Stirn- und oberen Scheitelgebiet; vorn unten spitzt er sich rasch, hinten unten ganz allmählich zu, bis er seinen Gegensatz erreicht, der auf Kosten des Neandertalers geschieht, aber nur sehr klein bleibt.

Die Vertikale von der Scheitelhöhe des Schädels der Norm zur Richtungslinie hat die Länge von 106 mm; die des Neandertaler Gewölbes 88 mm; die des neuen Bogens im vorhergehenden Versuch 96 mm; die des neuen Bogens in diesem Versuch 100 mm. Dort liegen die 3 Vertikalen weiter auseinander, hier haben sie sich genähert; immer aber bleibt die Vertikale des Neandertaler Bogens am weitesten hinten liegen; d. h. sein höchster Punkt befindet sich am weitesten hinten. Im vorhergehenden Versuch tritt die Vertikale des neuen Bogens 6 mm *vor* die Vertikale des Schädels der Norm; im gegenwärtigen Versuch dagegen hat sie ihren Stand 5 mm *hinter* ihr und hat sich also der des Neandertaler Bogens beträchtlich genähert.

3. Schädel eines Elsässer Weibes¹⁾ und des Neandertalers.

Die Inionlinie des Schädels des Elsässer Weibes hat eine Länge

¹⁾ Die Profilkurven dieses Schädels, des kindlichen Schädels des folgenden Versuches und des Schädels des Neu-Irländers sind mit Absicht gewählte Kopien

von 160 mm, die des Neandertalers hingegen 200, ist also um 40 mm länger. Die Aussicht auf eine grosse Annäherung der beiden Schädelgewölbe ist daher eine begründete. Der Versuch entspricht denn auch der Erwartung.

a) *Vorwärtsbewegung.* Figur 20.

Die Zeichnung des Medianbogens des Schädels des Elsässer Weibes wird auf dem Tisch ausgebreitet. Der Medianbogen des Neandertaler Schädels ist eingetragen, ebenso die Richtungslinie.

Das Drahtmodell des Neandertalers wird mit seinem Nasion dem gleichen Punkte der Zeichnung angepasst und hier festgehalten. Der Inionpunkt des Modells wird zu dem Inionpunkt des Weibes vorwärts bewegt, ebenfalls festgehalten und die Bahn des neuen Bogens eingezeichnet.

Der neue Bogen zeichnet sich gegenüber den beiden früheren Versuchen dadurch aus, dass er die Höhe des weiblichen Gewölbes nicht allein erreicht, sondern um ein Weniges noch überragt. Die Neandertaler Gewölbeform ist jetzt fast ganz in die eines gegenwärtig Lebenden übergeführt. Doch besteht im Stirngebiet immer noch ein beträchtlicher Unterschied.

In der Occipitalgegend steigt der neue Bogen etwa 20 mm lang gemeinsam mit dem weiblichen Gewölbe auf. Dann folgt eine Strecke von 50 mm, in welcher der neue Bogen sich ein wenig, im Maximum 5 mm, von dem weiblichen Gewölbe einwärts zurückzieht; gleich darauf schneidet der neue Bogen das weibliche Gewölbe und zieht an seinem *äusseren* Rande eine lange Strecke dahin, um hinter dem Bregma einen maximalen Abstand von 5 mm zu erreichen. Jetzt aber, 12 mm vor dem Bregma, zieht sich der neue Bogen unter spitzwinkliger Schneidung hinter das weibliche Gewölbe zurück und bleibt hinter ihm liegen bis zum Nasion, wo die Vereinigung erfolgt. An der Stelle der stärksten Stirnwölbung des Weibes ist der Abstand sehr beträchtlich und gewinnt den Wert von 13 mm. Diese Stelle liegt der Fossa supraglabellaris des neuen Bogens gegenüber; aufwärts und besonders abwärts vermindert sich der Abstand rasch.

Schwalbescher Figuren in seinen Studien an *Pithekanthropus erectus*. Ebenso ist der Medianbogen des Neandertaler Schädels Kopie nach *Schwalbe*.

Um den Betrag der schraffierten Flächen der Zeichnung, einer grossen frontalen und einer kleinen occipitalen (v und v'), ist hiernach der neue Bogen hinter dem weiblichen Gewölbe zurückgeblieben. Um einen sehr kleinen Betrag hingegen, in der Umgebung des Bregma, die eine flache Sattelbildung des weiblichen Gewölbes zeigt, ist er über dieses hinausgelangt.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 21.

So vielleicht, wie es sich auf Figur 21 darstellt, möchte das Weib des Neandertalers, von welchem bisher keinerlei Kunde vorliegt, hinsichtlich seines Schädeldgewölbes ausgesehen haben, mit der erforderlichen Verkleinerung der Ausdehnungen, die dem Weibe zukommt.

Bei der Ausführung des Versuches wurde verfahren wie früher. Das Nasion des Drahtmodells des weiblichen Gewölbes wurde auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells gegen das Inion des Neandertalers hingezogen und die neue Kurve mit der Feder eingetragen.

Der neue Bogen bleibt an vier Stellen dem Medianbogen des Neandertalers überlegen: mit einem ansehnlichen Betrage im Stirngebiet, mit drei kleinen Beträgen im Hinterhauptgebiet. Die frontale Lücke, welche zwischen dem neuen Bogen und dem Gewölbe des Neandertalers übrig bleibt, erstreckt sich vom Nasion bis in die Nähe des Bregma und erreicht in der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertalers das Maximum mit 12 mm. Die drei occipitalen Lücken fallen gegenüber der frontalen nicht ins Gewicht; sie werden überdies aufgehoben durch einen kleinen Überbetrag, welcher im parietalen Gebiet dem Neandertaler Gewölbe zufällt.

Durch die Annäherung und Entfernung der Endpunkte der beiden Drahtgewölbe erfahren die Vertikalen ihrer Scheitelpunkte zu der Richtungslinie folgende Veränderung.

Die Höhe des weiblichen Gewölbes beträgt 109 mm, die des Neandertalers 88 mm; die Höhe des neuen Bogens im vorigen Versuch übertrifft die des weiblichen Gewölbes um 1 mm. Diese Vertikale liegt am meisten vorn, am weitesten hinten die des Neandertalers, zwischen ihnen, der ersten benachbart, die des weiblichen Gewölbes.

Im zweiten Versuch fällt die Vertikale des neuen Bogens mit der des Neandertalers zusammen und hat wie sie den Wert von 88 mm. Würde die Rücksichtnahme auf die Breitenverhältnisse der beiderlei Schädel nicht hindern, so würde es möglich sein, von dem Schädel des Elsässer Weibes aus nunmehr einen Rückschluss zu machen auf das *Volumen der Schädelhöhle* des Neandertalers, wobei immer auch der Unterschied der Innengewölbe von den Aussengewölben in Rechnung kommen müsste.

4. Männliches Kind von 6 Jahren und der Neandertaler Schädel.

In diesem Versuch war eine Ähnlichkeit zu erwarten mit dem Ergebnis des vorhergehenden, am weiblichen Schädel gemachten. Der Unterschied der Längen der Nasion-Inionlinie des Kindes und des Neandertalers beträgt 58 mm.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 22.

Die Zeichnung der Mediankurve des kindlichen Schädels wird auf dem Tisch ausgebreitet. Sie enthält auch den Medianbogen des Neandertaler Schädels und die Richtungslinie. Das Drahtmodell des Neandertalers wird an seinem Nasion dem gleichen Punkt der Zeichnung angepasst, das Inion des Modells zu dem Inion des Kindes nach vorn geschoben und festgehalten. Eine Feder zeichnet den neuen Bogen auf, der in Figur 22 mit *N'* kenntlich gemacht ist.

Der neue Bogen fällt vom neuen Inion (*i'*) an im ganzen occipitalen und parietalen Gebiet mit dem kindlichen Medianbogen zusammen; nur ein kleines Stück in der Nähe des Bregma zeigt den Beginn der frontalen Abweichungen. Von hier an nämlich zieht sich der neue Bogen vom kindlichen Gewölbe zurück und bleibt von ihm getrennt bis in die Nähe des Nasion. Wie in den früheren Versuchen wird auch hier die Fossa supraglabellaris des Neandertalers nicht ganz zum Verschwinden gebracht; der neue Bogen zeigt sie deutlich, wenn auch in verminderter Tiefe und Länge. Gerade in dieser Gegend ist der Abstand des neuen Bogens vom kindlichen Gewölbe begreiflicherweise am grössten und beträgt 14 mm; ab- und aufwärts vermindert sich der Abstand allmählich, rascher abwärts.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 23.

Wie im vorigen Versuch das Drahtmodell des Neandertaler Schädels in die kindliche Form gebracht wurde und sie auch mit Ausnahme des frontalen Bezirks erreichte, so fällt hier dem kindlichen Umriss die Aufgabe zu, sich der Nasion-Inionlänge des Neandertalers anzupassen.

Das Nasion des Drahtmodells des kindlichen Gewölbes wird daher auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells gegen das neue Inion (*i'*) hinbewegt und das neue Gewölbe mit der Feder fixiert.

Das neue Gewölbe hat nunmehr die Höhe des Neandertalers. Occipitaler und parietaler Teil fallen fast ganz zusammen. Oberhalb des Inion bleibt ein schmaler Streifen des Neandertalers im Übergewicht. Im frontalen Teil dagegen überwiegt bedeutend das neue Gewölbe, ähnlich wie es am weiblichen Gewölbe der Fall war. In der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertalers ist der Abstand beider Gewölbe am grössten, mit 16 mm; auf- und abwärts vermindert er sich, rascher abwärts.

Im vorigen Versuch erreicht die Vertikale vom Scheitel des Neandertaler Gewölbes zur Richtungslinie, mit 88 mm Länge, durch die Hebung des Gewölbes eine Verlängerung um 18 mm; denn die Vertikale des kindlichen Gewölbes zur Richtungslinie und ebenso die Vertikale des neuen Gewölbes hat die Länge von 106 mm. Im gegenwärtigen Versuch, bei der Anpassung des kindlichen Gewölbes an die Nasion-Inionlänge des Neandertalers, sinkt jene Höhe auf die Höhe des Neandertalers herab. Die Knochen des Gewölbes erscheinen hiernach fast so elastisch wie eiserne Drähte.

5. Schädel eines Neu-Irländers und vom Neandertal.

Der Unterschied in der Nasion-Inionlänge des Neu-Irländer und Neandertaler Schädels beträgt 44 mm. Es war hiernach ein günstiges Ergebnis zu erwarten.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 24.

Das Drahtmodell des Neandertaler Schädels wird an seinem Nasionpunkt dem Nasion der unterliegenden Zeichnung angepasst, welche die

Mediankurve des Neu-Irländer Schädels, aber auch die des Neandertalers und die Richtungslinie enthält. Sodann wird der Inionpunkt des Modells gegen das Inion des Neu-Irländers hinbewegt, auf ihm festgehalten und die neue Kurve eingezeichnet.

Die neue Kurve (Neandertal' der Zeichnung) dringt schon in der occipitalen Gegend ein wenig über das Gewölbe des Neu-Irländers hinaus und bleibt ausserhalb bis in die Gegend der mittleren Stirn. Der Abstand zwischen beiden wächst langsam an, bis er 20—30 mm hinter dem Bregma seinen grössten Wert (7 mm) erreicht. 37 mm vor dem Bregma durchschneidet der neue Bogen die Kurve des Neu-Irländers und zieht sich in der Gegend der Fossa supraglabellaris bis auf einen Abstand von 5 mm zurück, um bald darauf jene Kurve nach aussen zu durchschneiden, dann aber in vorwärts konvexer Bahn zum Nasion zu gelangen.

Bringt man auch den Betrag, um welchen im mittleren Stirngebiet der neue Bogen hinter dem Gewölbe des Neu-Irländers zurückbleibt, in Abrechnung, so ist das neue Gewölbe, wie ein Blick auf die Zeichnung belehrt, dennoch nicht unansehnlich im Übergewicht.

Ohne Rücksichtnahme auf die Breiten der beiden Schädel und auf die Verschiedenheiten ihrer Innenbogen würde sich demnach behaupten lassen, das Volumen der Schädelhöhle des Neandertalers werde etwas grösser sein, als das des Neu-Irländers, dieser also von jenem auch an Hirnvolumen übertroffen werden.

In der gleichen Figur ist ferner der Medianbogen vom Pithekanthropus nach Schwalbe eingezeichnet, um zu erfahren, wie dieser, der an Länge der Nasion-Inionlinie den Neu-Irländer um 20 mm übertrifft, sich zu dem Schädel von Neandertal verhalten werde. Wurde mit dem Drahtmodell des Pithekanthropus in der gleichen Weise verfahren, wie in den vorausgehenden Versuchen, d. h. das Nasion des Drahtmodells (nach künstlicher Gestaltung, da es dem Schädelgewölbe fehlt) an das Nasion der Zeichnung des Neandertalers angepasst, das Inion des Pithekanthropus dagegen von *i'* nach *i''* vorwärts geschoben, d. i. nach dem Inion des Neu-Irländers, so zeigte sich, dass die neue Kurve in der Supraorbitalgegend mit der Kurve des Neandertalers zusammenfiel; auch im eigentlichen Stirngebiet bleibt sie dicht am Innenrand des Neander-

talers. Erst 20 mm vor dem Bregma wendet sie sich, starken Abstand gewinnend, von ihm weg und begibt sich zum neuen Inion (i''). Nicht das Neu-Irländer Gewölbe, wohl aber den Stirnteil des Neandertalers hat sie hiernach durch Verkleinerung der Nasion-Inionlinie erreicht.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 25.

Die Zeichnung mit dem Medianbogen des Neu-Irländers und des Neandertalers wird auf dem Tische ausgebreitet und das Drahtmodell des Neu-Irländers zu ihr in Beziehung gebracht. Nachdem das Nasion des Modells an das Nasion der Zeichnung gepasst ist, wird das Inion des Modells (i) zu dem Inion des Neandertalers (i') hinbewegt und festgehalten. Die neue Kurve, mit der Bleifeder fixiert, zeigt folgende Bahn.

Unmittelbar oberhalb des neuen Inion (i') zieht sie sich ein wenig von der Kurve des Neandertalers zurück, begibt sich alsbald wieder zu ihr hin, um neuerdings ein wenig zurückzuweichen und wieder hinzutreten. So geschieht es im occipitalen Gebiet. Im parietalen und hinteren frontalen Gebiet ist das Zurückweichen der neuen Kurve von dem Neandertaler Gewölbe etwas tiefer und in sagittaler Richtung weit ausgedehnter. Der maximale Abstand beider Bogen beträgt hier 5 bis 8 mm, die Länge der Strecke dagegen in gerader Linie gegen 110 mm. Ein neues Auseinanderweichen findet in der Gegend der Fossa supraglabellaris statt; der neue Bogen überwölbt hier die Grube; er liegt hier also ausserhalb des Gewölbes des Neandertalers. Nahe am unteren Ende der Grube wendet sich der neue Bogen wieder einwärts und endigt nach kurzem vorwärts konvexem Verlauf am Nasion.

An vier Stellen zieht sich hiernach der neue Bogen vom Gewölbe des Neandertalers zurück: an einer supraorbitalen, zwei occipitalen und einer fronto-parietalen; diese allein ist etwas ausgiebiger. An einer einzigen Stelle dagegen erreicht der neue Bogen den Neandertaler nicht: in der Gegend der Fossa supraglabellaris. Trotz dem Bestreben des Drahtes, bei seiner kräftigen Spannung möglichst gleichmässige Krümmung anzunehmen, ist die Einbiegung in der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertaler Modelles zu stark, als dass sie bei der

Annäherung oder bei der Entfernung beider Fusspunkte des Gewölbe-
bogens ganz ausgeglichen werden könnte.

Beachtet man noch die Vertikalen von den Scheitelpunkten der
Gewölbe, so zeigt der vorige Versuch, dass der neue Bogen (Neander-
tal' der Zeichnung) eine Höhe von 103 mm gewonnen hat; Ausgangshöhe
= 88 mm. Er übersteigt die Höhe des Neu-Irländer Gewölbes (96 mm)
hiernach um 7 mm.

Im vorliegenden Versuch hingegen, in welchem das Neu-Irländer
Gewölbe zur Neandertaler Form gebracht wurde, sank seine Höhe von
96 mm auf 83 mm herab, 5 mm tiefer, als die Höhe des Neandertaler
Gewölbes beträgt.

Der neue Bogen im vorigen Versuch hat seine grösste Höhe weiter
vorn als die beiden anderen Gewölbe; im vorliegenden Versuch hin-
gegen nimmt der stark erniedrigte Bogen seinen höchsten Punkt ganz
in der Nähe des Neandertalers, jedoch frontal von ihm, ein.

6. Innenbogen des Schädels von Kegel, Aussenbogen des Neandertalers.

Das Foramen coecum des Schädels von Kegel liegt 20 mm hinter
dem Nasion und zugleich 3 mm oberhalb des Nasion. Die Protuberantia
occipitalis interna des Schädels von Kegel hat ihre Lage 20 mm über
dem Inion, in etwas schräger Richtung. Nimmt man für den Neander-
taler Schädel die Entfernung der beiden Innenpunkte von den äusseren
als dieselbe an (sie ist wahrscheinlich etwas grösser), so lässt sich
folgender Versuch ausführen.

Vom Innenbogen des Schädels von Kegel wird ein Drahtmodell
verfertigt, vom Aussenbogen des Neandertalers aber eine Zeichnung.
Foramen und Protuberantia occipitalis interna werden nach den an-
gegebenen Entfernungen auf der Zeichnung markiert.

Passt man nun das Foramen coecum des Drahtmodells (ge-
strichelte Linie) auf das Coecum der Zeichnung (Figur 26, t) und hält
es fest, so kann der erste Punkt des Modells *c* leicht gegen *c'*, d. i.
gegen die Protuberantia occipitalis interna des Neandertalers, hinge-
zogen werden. Das Drahtgewölbe flacht sich dabei ab und nimmt die
Lage des mit ausgezogener dünner Linie gezeichneten Bogens an.

Es ergibt sich, dass der Innenbogen des Schädels von Kegel, der

schon im ungereckten, natürlichen Zustand den Aussenbogen des Neandertalers nach aussen durchbricht, selbst noch im gereckten Zustand, in welchem sein hinteres Ende von c nach c' wanderte, den Aussenbogen des Neandertalers überragt, wenn auch in vermindertem Grade. An den beiden mit Kreuzen versehenen Stellen findet dabei die Durchschneidung des Neandertaler Gewölbes statt.

Das Gehirn des Schädels von Kegel hätte hiernach im Schädelraum des Neandertalers nicht hinreichenden Platz, wenn die Breitenverhältnisse beider Schädel das Ergebnis nicht verändern würden. Sicher wird deren Berücksichtigung den neuen Bogen in seiner Höhe herabdrücken. In welchem Grade dies aber geschieht, lässt sich vorerst nicht entscheiden; hierzu sind Versuche mit dünnen Metallgewölben erforderlich.

7. Elsässer Mann (Strassburger Verzeichnis Nr. 763) und Neandertaler.

Der Schädel dieses Elsässers ist dem oben dargestellten Schädel der Norm ähnlich; es können daher keine grossen Unterschiede von den Ergebnissen jenes Versuchs erwartet werden.

Vorwärtsbewegung des Neandertalers. Figur 27.

Die Zeichnung des Medianbogens des Elsässers (Kopie nach Schwalbe) wird auf den Tisch ausgebreitet. Auch die Richtungslinie ist gezeichnet und der Medianbogen des Neandertalers auf sie eingestellt.

Das Drahtmodell des Neandertalers wird zur Hand genommen, das Nasion des Modells auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells von i gegen i' , das neue, 25 mm weiter vorn gelegene Inion hingeschoben und festgehalten. Eine Feder zeichnet den neuen Bogen des Drahtmodells ein, welches nun entfernt wird.

Gleich über dem neuen Inion entfernt sich der neue, mit dünner ausgezogener Linie dargestellte sekundäre Bogen des Neandertalers etwas nach aussen vom Elsässer Bogen, dann aber durchschneidet er diesen nach innen auf seinem ganzen Zuge bis in die Gegend des Arcus superciliaris. Hier durchschneidet der neue Bogen den Bogen des Elsässers noch einmal nach aussen, wendet sich aber sogleich in vorwärts convexer Kurve zum gemeinsamen Nasion.

Der maximale Abstand des sekundären Neandertalers — d. i. des neuen Bogens vom Bogen des Elsässers, befindet sich im vorderen Parietalgebiet und beträgt, radial gemessen, 17 mm.

Der Raum *v*, welcher zwischen diesen beiden Bogen liegt, ist gross, spitzt sich am vorderen Ende rasch, am hinteren allmählich und unter Bildung einer kleinen Aussenecke zu. Die beiden kleinen Gegenbeträge am Arcus supraorbitalis und am Inion sind zu klein, als dass sie in Frage kommen könnten.

Der Vertikalabstand des Neandertaler Gewölbes (= Calottenhöhe von Schwalbe) von der Nasion-Inionhöhe beträgt 88 mm; der des Elsässer Gewölbes 112 mm. Durch das Aufsteigen des Neandertaler Gewölbes hat seine Höhe den Wert von 97 mm erreicht, also nur 9 mm gewonnen, bleibt aber unter dem Elsässer Gewölbe immer noch um 15 mm zurück.

Der dem Elsässer Gewölbe nachstrebende Neandertaler Bogen hat also sein Vorbild bei weitem nicht erreicht, ist aber seinerseits doch ein weit aufwärts gestiegener Neandertaler, eine Übergangsstufe zum Elsässer.

Besser hat der Neandertaler Bogen das weibliche Elsässer Gewölbe erreicht, wie der Versuch S. 176 und Tafelfigur 20 gezeigt haben, wenn von der eigensinnigen Stirn des weiblichen Gewölbes abgesehen wird.

Historisches.

Bei einer auf die Geschichte dieser Theorie gerichteten Nachforschung ergab sich, dass schon *W. Krause* darauf hingewiesen hat, bei gleicher Oberfläche besitze ein brachycephaler Schädel eine grössere Kapazität, als ein dolichocephaler, weil die Form des brachycephalen sich mehr der Kugelgestalt nähere (Handbuch der Anatomie, 1880, Bd. III, S. 11).

Bald darauf jedoch erfuhr diese Annahme eine Zurückweisung von seiten C. Kupffers und F. Bessel-Hagens in ihrer berühmten Schrift „Der Schädel von Immanuel Kant“ (Archiv f. Anthropologie Bd. XIII, 1881, S. 400), indem sie ausführen:

„Man könnte daraus (aus der Angabe Krauses) schliessen, dass mit der Zunahme der Kapazität überhaupt die Tendenz der Schädel-

kapsel zur Kugelgestalt und damit die Vergrößerung der Breite gegeben wäre. Dann aber wäre anzunehmen, dass mit steigender Kapazität und hierdurch bedingter Annäherung an die Kugelgestalt sich die Höhendimension entsprechend verhielte. Allein das letztere wird durch die Beobachtung nicht dargetan. Es weisen vielmehr die Erfahrungen darauf hin, dass mit zunehmender Hirngrösse resp. Schädelkapazität zwar die Breite der Kapsel wächst, die Höhe aber nicht, ja dass die letztere Dimension dabei eher abnehme.“

Kupffer bezieht sich gleich darauf auf Emil Schmidt, welcher ebenfalls findet, dass die Schädel Europas im Vergleich mit den Schädeln der übrigen Erdteile zwar durch Breite, aber zugleich durch Niedrigkeit charakterisiert seien, und schliesst: „Darnach wird es wahrscheinlich, dass der Zunahme der Breitendimension des Schädels bei höheren Rassen und bei steigender Intelligenz innerhalb derselben Rasse ein anderes Moment zu Grunde liege, als die durch die Zunahme der Hirnmasse bedingte Tendenz der Schädelkapsel zur Kugelgestalt, dass es sich vielmehr wohl um eine vorherrschende Vergrößerung des Hirns in einer bestimmten Richtung, der der Breite, handelt.“

Wie sind auf Grund des gegenwärtig vorliegenden Beobachtungsmaterials diese Ausführungen von Kupffer zu beurteilen?

Hält man sich zunächst an Krauses Angabe, so spricht diese ausdrücklich von der Zunahme der *Breite* des Schädels. Gerade die Breite des Schädels und Gehirns ist es aber, welche auch Kupffer und Bessel-Hagen in erster Linie betonen.

Wie aber verhält es sich mit der Ausdehnung in der Richtung der *Höhe*? Die Länge der Nasion-Inionlinie des Schädels von Kant beträgt, nach der von mir vorgenommenen Messung an der von den genannten beiden Autoren gelieferten sorgfältigen Konstruktionszeichnung des Medianschnittes, 162 mm. Die auf die Nasion-Inionlinie bezogene *grösste Höhe* des Schädels von Kant ist 114 mm.

Am Schädel von Kegel beträgt diese Höhe 109 mm; am Schädel der Norm = 109 mm; am Neandertaler Schädel aber, auf welchen es hier vor allem ankommt, 88 mm.

Der Schädel von Kant übertrifft an Höhe den des Neandertalers hiernach um 26 mm; die beiden anderen Schädel um je 5 mm.

Da der Unterschied gegenüber den Anthropoiden noch bedeutender ausfallen würde, so ergibt sich hieraus also bereits die Entscheidung in der fraglichen Angelegenheit. Auch der Schädel von Kant, obwohl 161 mm Maximalbreite besitzend, hat eine ansehnliche, die Neander-taler Gruppe weit überragende Höhe.

Wird die Höhe des Kantschen Schädels mit Bezug auf die *äussere Basallinie* (Nasion-Basion) gemessen, so erhalten wir als grösste Höhe 135 mm. Am Schädel von Kegel beträgt die auf gleiche Weise gemessene grösste Höhe 134 mm; am Schädel der Norm = 135 mm, wie bei Kant.

Die Nasion-Basionlinie misst bei Kant 93,5 mm; am Schädel von Kegel und der Norm dagegen 104 mm.

Der Nasion-Inionlinie von Kant, im Werte von 162 mm, stehen die Nasion-Inionlinien des Schädels von Kegel und der Norm mit den Beträgen von 173 und 180 mm gegenüber. Auch diese Zahlen lassen sich für unseren Zweck verwerten.

Wenn nun die Einwendung von Kupffer im Hauptpunkte als widerlegt gelten darf, so fragt es sich noch, wie es sich mit dem *zweiten* Teile, d. i. mit der von Emil Schmidt vorgetragenen und von dem genannten Autor unterstützten Ansicht verhält. In diesem zweiten Teil stimme ich mit ihnen allen überein. Er steht mit dem Hauptpunkt nicht einmal im Widerspruch. Von der einmal vergrösserten Höhe des Schädels aus können bei verschiedenen Völkern und Individuen aufwärts und abwärts gehende Schwankungen der Höhe des Schädels erfolgen. Man muss sich hier auch wieder der schon früher hervorgehobenen Tatsache erinnern, dass in der Ontogenese Breite und Höhe des Medullarrohrs ursprünglich zusammenfallen zu einem *einzig* Maasse, dem der *Breite*; so verhält es sich auf der wichtigen Stufe der flächenhaft ausgebreiteten Medullarplatte. Späterhin kann bei dem einen Typus die Zunahme mehr in der Richtung der Höhe, bei dem anderen aber in der Richtung der Breite sich vollziehen.

Grössere Breite verlangt, wenn die Proportion eine *gerade* sein soll, auch eine grössere Höhe des Schädels. Die Natur aber, welche am Schädel von Kant eine Breitenhöhe von 161+135, oder besser einen Querumfang von 337 + basaler Ohrbreite von 150 mm hervor-

zubringen hatte, ist nicht gezwungen, mit gerader Proportion zu arbeiten. Sie kann den Grundsatz aufstellen: grössere Breite, *gleichbleibende* absolute Höhe. Das ist schon gleichbedeutend mit relativer Höhenabnahme. Sie kann noch weiter gehen, mit dem Grundsatz: grössere Breite, *geringere* absolute Höhe; dann wird die Proportion zu einer *umgekehrten*. Sehr oft folgt sie dieser Regel und lässt sich durch nichts in ihrer Bahn hemmen. Wie grössere Breite mit kleinerer Höhe, so kann sich kleinere Breite mit grösserer Höhe ausgleichend verbinden. Die grösste *Breite* des Kantschen Schädels fanden Kupffer und Bessel-Hagen, wie schon erwähnt, = 161 mm. Als grösste *Höhe*, auf die äussere Basallinie bezogen, ergab sich der Wert von 135 mm; auf die Nasion-Inionlinie bezogen, von 114 mm. Welches ist, auf diese beiden Linien bezogen, die grösste *Länge* des Schädels von Kant? Sie beträgt auf Grund der äusseren Basallinie gemessen, 177 mm; auf Grund der Nasion-Inionlinie gemessen 180 mm.

Ferner ist es erforderlich, gerade mit Bezug auf unsere stereometrisch-biologische Theorie, des Umstandes eingedenk zu sein, dass Zunahme der Höhe und Abnahme der Breite im Hinblick auf eine Annäherung zur *Kugel* ebenso zu beurteilen sind, wie Abnahme der Länge und Zunahme der Höhe usw.

Im ganzen prägt sich nach alledem gerade am Schädel von Kant eine starke Annäherung an die kugelige Form aus. „Die Form der Schädelkapsel von Kant ist im allgemeinen eine abgerundete“; so lautet das zusammenfassende Urteil der beiden Autoren selbst. Diesem Urteil entsprechen folgende drei Maasse:

Horizontalumfang des Schädels von Kant = 547 mm;

Totaler Sagittalumfang = $378 + 40 + 93,5 = 511,5$ mm;

Totaler Querumfang = $337 + \text{basale Ohrbreite ca. } 150 = 487$ mm. —

Rückblick auf die Drahtmodell-Versuche.

In diesem Abschnitte sind die Ergebnisse von sieben Versuchen mitgeteilt worden, welche darauf ausgehen, das weit gespannte, flache Schädelgewölbe einer wichtig gewordenen Menschengruppe in höhere Formen überzuführen; auch der umgekehrte Weg wurde nicht vernachlässigt und eine Anzahl hoher Gewölbe in niedrige zurückverwandelt.

Sind die Ziele erreicht, welche für die Anstellung der Versuche maassgebend waren? Zwei Ziele sollten erreicht werden. Es sollte gezeigt werden, dass aus einem bedeutenden Urmaterial viel gemacht werden kann, einfach durch Erhöhung des Gewölbes unter Verminderung seiner Spannweite. Am Modell geschieht dies auf überaus leichte Weise, durch einen Druck des Fingers. Hat aber die Natur nicht einen schwierigeren Weg? Gewiss; aber sie hat auch, in ihren Wachstumskräften, weit überlegene Macht.

Das andere Ziel ging darauf aus, den Zusammenhang zwischen der Form und dem Volumen auch am *Schädel* nachzuweisen und in dem Bestehen des geometrischen Gesetzes vielleicht sogar eine Gewalt zu erblicken, welche weniger günstige Formen von lebendigen Gefässen zur Annahme günstigerer Formen zwingt.

Auf diese beiden Ziele die Aufmerksamkeit zu lenken, war die Absicht der vorstehenden Versuche; mehr sollen sie nicht bedeuten.

VI. Gewicht und Dicke.

1. Gewicht.

Der Schädel von Kegel, ohne Unterkiefer, hat ein beträchtliches Gewicht; das Schädelgewölbe ist dicker als gewöhnlich, wie sich nach geschehener medianer Durchsägung sehen lässt. Er wiegt 754 Gramm vor der Durchsägung, nach ihr 746 Gramm; 8 Gramm hat er also an Sägespänen verloren. Der Breitenverlust des Schädels durch die Säge beträgt gegen 1 Millimeter.

2. Dicke des Schädelgewölbes.

Am Medianschnitt des Stirnbeins von Kegel ist von Diploë nur wenig zu sehen. Hierbei ist daran zu erinnern, dass eine Sutura frontalis fehlt. Man könnte glauben, der Medianschnitt auch des *erwachsenen* Stirnbeins zeige unter allen Umständen wenig, wenn überhaupt Diploë, da ja einmal am kindlichen Schädel eine Sutura frontalis vorhanden war. Diese Naht könnte ihre Folgen lange nach ihrer frühzeitigen Verstreichung, vielleicht zeitlebens, durch einen median gelagerten kompakten Streifen in der Squama frontalis festhalten, oder mindestens durch eine in der Mediane gelegene *verstärkte* Spon-

giosa. Denn man darf nicht ausser acht lassen, dass die Nahtränder eines diploischen Knochens immer aus kompakter Substanz bestehen. *Fehlt* am erwachsenen Stirnbein in der Mediane eine durchgreifende Compacta und ist hier, wie zu beiden Seiten der Mediane, Diploë zwischen beiden kompakten Tafeln vorhanden, so müssen im Laufe der Jahre bedeutende Resorptionen in der Mediane stattgefunden und spongiöse Substanz an Stelle der früheren kompakten gesetzt haben. Auf die Ausmittelung dieses Verhaltens gerichtete Untersuchungen erwachsener und jugendlicher Stirnbeine führten zu folgendem Ergebnis.

1. Bei Erwachsenen.

Schon in meinem Lehrbuch der Anatomie, 6. Auflage, 1. Bd, S. 373 habe ich die Abbildung eines Querschliffes durch die mediane Gegend eines erwachsenen Stirnbeines gegeben, welche zeigt, dass von einer Nahtspur nichts mehr vorhanden ist. Das Stirnbein ist noch dazu ein sehr dickwandiges, mit starker innerer Compacta, schwacher äusserer. Eine dicke Lage feiner Spongiosa spinnt sich allerorten zwischen beiden Tafeln aus, als liege ein einheitlicher Knochen vor und als sei niemals eine Naht hier vorhanden gewesen.

2. Bei Jugendlichen.

An kindlichen Stirnbeinen habe ich neuerdings Beobachtungen angestellt; sie beziehen sich auf zwei Stirnbeine von Kindern von 5 bis 6 Jahren. Der eine Querschnitt liegt 32 mm über dem Nasion. Obwohl äusserlich ein flacher medianer Wulst von 12—15 mm Breite von der Glabella aufwärts zieht, so ist innerlich zwischen beiden Tafeln, deren innere die Crista bildet, eine durchgehende ansehnliche Schicht von Spongiosa vorhanden, die keine Spur der früheren Naht mehr aufzeigt, so wenig, wie die beiden Tafeln selbst. Ebenso verhält es sich an einem zweiten kindlichen Frontale. Hier ist der Sulcus frontalis getroffen, der von innerer Compacta begrenzt wird. Auch hier ist äusserlich ein medianer Stirnwulst vorhanden. Aber beide Tafeln werden durch ein reines Lager von Spongiosa getrennt, ohne Spur einer Naht.

Es ergibt sich also, dass die Spuren der Sutura frontalis infantilis

schon frühzeitig schwinden und die Diploë der einen Stirnbeinhälfte sich in die der anderen Hälfte schon an jugendlichen Schädeln ununterbrochen fortsetzt. —

Wenden wir uns mit dieser Erfahrung zum Medianschnitt des Schädels von Kegel zurück, so hat das *Stirnbein* in der Mediane eine *Compacta externa* von 2—3 mm; die Dicke der *Compacta interna* hingegen beträgt oberhalb der *Arcus superciliares* 3—5 mm. Die Dicke des ganzen Stirnbeins oberhalb der *Sinus frontales* beträgt im Medianschnitt 8—9 mm.

Das *Parietale* lässt sich am Medianschnitt zu Angaben dieser Art nicht verwenden, da die Gegenwart der *Sutura sagittalis* hindernd eingreift. Die Grenze des *Frontale* gegen das *Parietale* ist am Medianschnitt (Fig. 4 und 5) deutlich zu erkennen. Das *Parietale* schliesst sich mittels der *Sutura coronalis* in etwas verminderter Dicke an das *Frontale* an; weiter hinten jedoch nimmt seine Stärke wieder zu, um nochmals abzunehmen, anzuschwellen und in verminderter Stärke an der *Sutura lambdoidea* zu endigen. Seine Dicke wechselt von 7,5—9 mm. Die *Squama occipitalis* hat in der Mediane durchgehends bedeutende Stärke und erreicht in der Gegend der *Protuberanzen* eine Mächtigkeit von 19 mm; der sich oben anschliessende Teil, die Oberschuppe, hat eine sich ziemlich gleichbleibende Dicke von 8—9 mm; der untere Teil, die Unterschuppe, verjüngt sich keilförmig zum *Foramen occipitale magnum* hin. Von dieser Stelle an die Innentafel in das Auge fassend, sehen wir sie anfänglich nur eine Schicht von 1,5 mm bilden; langsam sich verdickend, gewinnt sie in der Gegend der *Protuberantia occipitalis interna* eine Stärke von 3 mm, sinkt wieder auf 2 bis 1,5 mm zurück und bleibt so bis zur *Sutura lambdoidea*.

Die Aussentafel hat am *Foramen occipitale magnum* nahezu die Stärke der Innentafel, erhält sich in dieser Stärke bis in die Gegend des *Tuberculum lineare* von Henle und nimmt bis zur *Protuberantia occipitalis externa* (= Inion) langsam zu, um in diesem eine mächtige Anschwellung zu erfahren. Weiter oben an Stärke wieder auf 1,5 mm vermindert, nimmt sie gegen das *Lambda* hin langsam ab.

Vergleicht man beide Medianschnitte miteinander, so zeigen sie, obwohl sie nur 1 mm auseinanderliegende Stellen des Schädels durch-

schneiden, dennoch bereits gewisse Unterschiede, die auch die Fig. 4 und 5 einigermaassen erkennen lassen.

Die Substantia spongiosa bildet in der Nähe des Opisthion nur eine feine Lage. Schon unterhalb des Tuberculum linearum dehnt sie sich etwas aus und dringt so in das Gebiet der Protuberanzen ein. Hier aber fängt sie an sich rasch zu verdichten, um als schmaler verdichteter Streifen bis in die Gegend des Lambda wahrnehmbar zu bleiben.

3. *Durchscheinende Stellen des Schädels von Kegel.*

Das Dach der Orbita dextra ist grossenteils durchscheinend, wenn es am halbierten Schädel ans Licht gehalten wird. Das Dach der Orbita sinistra hingegen ist künstlich zerbrochen und unvollständig.

An der Seitenwand beider Schädelhälften liegt eine kleine durchscheinende Stelle von nur etwa $\frac{1}{3}$ qcm zwischen dem vorderen Teil der Schläfenfläche des grossen Keilbeinflügels und dem Schläfenteil des Stirnbeins.

Am linken Parietale befinden sich unmittelbar oberhalb des Margo squamosus und in der Mitte seiner Länge zwei kleine durchscheinende Stellen. Sie entsprechen zwei tiefen Impressiones digitatae der Innenwand. Rechterseits fehlen die beiden dünnen Stellen.

Rechts und links ist durchscheinend der grössere Teil der Squama temporalis. Rechts kommt noch eine kleine dünne Stelle im grossen Flügel des Keilbeins hinzu, die in der Fortsetzung der Schuppenverdünnung gelegen ist.

VII. Schluss.

Alle den Schädel von Kegel kennzeichnenden Besonderheiten haben im Vorausgehenden ihre Darstellung gefunden. Welche anthropologische Stellung nimmt auf Grund seiner Merkmale dieser Schädel ein?

Es ist schwieriger, als es anfänglich scheinen mag, zu einem abschliessenden Urteil hierüber zu gelangen. Doch darf der Versuch nicht fehlen, ein solches anzubahnen.

Abzuweisen ist wohl ohne Widerspruch der Gedanke, *künstliche* Missstaltung, die auf den jugendlichen Schädel eingewirkt habe, könne

die vorliegende Form hervorgebracht haben. Ihr fehlen alle jene mehr oder weniger auffallenden Spuren von Band- oder Unterlagendruck, welche an künstlich missstalteten Schädeln kaum jemals vermisst werden; ihr fehlen ganz die sonderbaren, aus dem Reich der natürlichen Gestaltung hinausfallenden Formverzerrungen, die das Ergebnis und das Ziel des Bandagierens zu sein pflegen. Vielmehr gibt sich der Schädel von Kegel in allen seinen Teilen als ein ohne äusserlich einwirkende Gewalt, durch freies Wachstum zustande gekommenes Gebilde zu erkennen. Er hat ferner Besonderheiten, welche niemals durch äussere Einflüsse erzeugt werden können; das sind die Augenbrauenwülste, die er besitzt.

Aber sind Augenbrauenwülste dieser Art nicht vielleicht einfach *Begleiterscheinungen* der fliehenden Stirn? Diese Frage ist mit Sicherheit verneinend zu beantworten. Fliehende Stirn kann für sich allein vorkommen, ohne gleichzeitige Gegenwart von Augenbrauenwülsten. Einen solchen lehrreichen Fall besitzt die hiesige Sammlung selbst.

Das bezügliche Schädelbruchstück stammt aus einem alten Friedhof, welcher ehemals die hiesige Domruine umgeben hat. Es wurde mit einer grösseren Anzahl von anderen menschlichen Schädeln und übrigen Skelettteilen bei Gelegenheit einer Bodenbewegung ausgeworfen, die einen ansehnlichen Teil der Länge des alten Friedhofs durchschnitt. An dem Stirnbein haftet noch ein Teil der Parietalia, des Ethmoidale und der Nasalia. Der hintere Teil der Partes orbitales und der Pars nasalis fehlt.

Die Neigung der Stirn nach hinten unten ist beträchtlich, wenn sie auch der des Schädels von Kegel etwas nachsteht. Die Arcus superciliares jedoch sind klein; die Sinus frontales dringen bis zu ihnen vor. Die Glabella kommt durch das Zusammentreffen der medialen Enden beider Arcus zustande, ist durch einen deutlichen Sulcus glabellaris ausgezeichnet und trägt ausserdem Spuren einer sekundären Stirnnaht. Eine primäre Stirnnaht fehlt. Die Mediangegend zeigt im mittleren Teil der gesamten sagittalen Länge eine flache Crista frontalis externa. Die Tubera frontalia sind sehr flach und ihre Mittelpunkte gegen 55 mm voneinander entfernt. Der Sulcus glabellaris mündet oben in eine flache Fossa supraglabellaris ein. Die kleinste Stirnbreite ist

100 mm, die Interorbitalbreite = 26 mm. Gerade Entfernung vom Nasion zum Bregma = 115 mm; Bogenlänge vom Nasion zum Bregma = 125 mm.

Aus den Verhältnissen des Schädelbruchstückes lässt sich erkennen, dass der ganze Schädel zu den langen, breiten und niedrigen gehört hat.

Wie verhält sich die *Facies cerebralis* dieser *Squama frontalis*? Hierauf war um so mehr zu achten, als die Hirnfläche des Stirnbeins von Kegel einige unzweifelhafte pathologische Vorkommnisse darbietet. An jenem aber ist keinerlei krankhafte Störung zu bemerken; die *Facies cerebralis* zeigt sich in ganzer Ausdehnung unversehrt. Ein bedeutender Grad von Stirnneigung kann hiernach, so muss man sofort weiter schliessen, einhergehen mit *unversehrter* Beschaffenheit des Stirnbeins. Das Gewicht des Schädelbruchstückes ist ziemlich beträchtlich, die Dicke des Stirnbeins zwischen dem Sulcus frontalis und der Crista temporalis jederseits etwas grösser als gewöhnlich, doch nicht auf Grundlage krankhafter Vorgänge.

Wenn nun die Neigung der Stirn dieses Schädels des Domruinen-Friedhofs einer Erkrankung des Stirnbeins ihren Ursprung nicht verdankt, gilt dies auch für den Schädel von *Kegel*?

Am Schädel von Kegel finden sich, wie oben (S. 115) beschrieben wurde, Erscheinungen einer ehemaligen Knochenerkrankung, die auf eine chronische Pachymeningitis hinweisen. Ist diese Erkrankung vielleicht als die Ursache der Stirnneigung des Schädels anzusprechen? Man wird die Gegenfrage stellen: In welchem Lebensalter des Individuums haben die entzündlichen Vorgänge den Schädel heimgesucht? Geschah dies nicht erst zu einer Zeit, nachdem das terminale Wachstum des Schädels längst vollendet war? Vielleicht war es so; aber es sind auch Zweifel gestattet; noch vor vollendetem Wachstum konnten die entzündlichen Vorgänge den Schädel befallen und die Gestaltung der Stirn in weiterer Folge die Form des ganzen Schädels beeinflusst haben.

Ich glaube daher, dass man mit der Meinung derjenigen, welche die Gestalt des Schädels von Kegel auf diese Art erklären wollen, nicht allzustreng ins Gericht gehen darf. Es ist eben ein sonderbares Zusammentreffen, dass eine fliehende Stirn an dem gleichen Schädel

gefunden wird, der ein nicht ganz unversehrtes Stirnbein aufzuweisen hat. Freilich ist durch dieses Zusammentreffen noch nicht erwiesen, dass eine entzündliche Knochenkrankung eine fliehende Stirn erzeugen kann. Entzündliche Erkrankungen des Stirnbeins sind ein häufiges, fliehende Stirnen ein seltenes Vorkommnis. Fliehende Stirn kann jedenfalls auch auf andere Weise hervorgebracht werden, als durch Knochenkrankung. Der oben hervorgehobene Fall gibt hierfür einen sicheren Beleg.

Wäre die fliehende Stirn das einzige auffallende Merkmal des Schädels von Kegel, so wäre die Sachlage einigermaassen bedenklich. Wie aber sind die mächtigen Augenbrauenwülste zu erklären, die längliche Schädelform, die geringe Kapazität?

Bei der Erwägung ihrer Bedeutung kann es nicht fehlen, dass *verwandte Schädelformen* in das Gedächtnis gerufen werden, welche alle diese Merkmale vereint und zum Teil in noch stärkerem Grade besitzen. Von *diesen* aus, die nicht pathologischen Ursachen das Dasein verdanken, sondern normale Glieder des Menschengeschlechtes darstellen, fällt dann wohl ein besseres Licht auf die Erklärung des Schädels von Kegel, als von anderer Seite.

Nicht ein entzündlicher Vorgang hat alsdann die Stirn an ihrer Aufrichtung gehindert, sondern ein geringer entwickelter Stirnlappen des Endhirns.

Schon am *Neugeborenen* von Kegel war dann wohl eine geringere Aufrichtung des Stirnbeins vorhanden, als sie sonst dem Neugeborenen zukommt. Nicht als ob dem Neugeborenen von Kegel jede Aufrichtung der Stirn gefehlt hätte; sie fehlt ja selbst Affenfötussen und Neugeborenen von Affen nicht, wie *Selenkas* Untersuchungen so deutlich gezeigt haben. Aber ein verminderter *Grad* der Aufrichtung scheint mir dem Neugeborenen von Kegel ohne Gefahr zugesprochen werden zu dürfen.

Nicht als einen der Neandertalgruppe unmittelbar Angehörigen fasse ich jedoch den Schädel von Kegel auf, ebensowenig der Form als dem Alter nach, sondern als eine neandertaloide Form, wenn dieser kurze Ausdruck gestattet ist. Er stellt ein Zwischenglied dar zwischen der Neandertalgruppe und dem gegenwärtigen Menschen. Nicht vor

vielen Jahrtausenden hat das Individuum gelebt, dem der Schädel angehört, sondern vor wenigen, möglicherweise vor wenigen Jahrhunderten. Denn noch jetzt und in künftigen Jahrhunderten können Schädel dieser Art erzeugt werden: es sind *Rückschlagsformen*. Ja, es ist die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass eine unmittelbare oder mittelbare *Vererbung* von Eltern oder Grosseltern her stattgefunden hat, von welchen das eine oder das andere Glied ähnlich beschaffen war, wie unser Fall.

Beurteilt man den Schädel von Kegel hiernach als ein vererbtes oder als ein atavistisches Gebilde, welches den vollen Betrag der urzeitlichen Ahnen jedoch nicht erreicht hat, so scheinen auch die entzündlichen Vorgänge am Schädel, vor allem am Stirnbein, einer Erklärung nicht unzugänglich. Das Stirnbein, ja der Stirnlappen des Endhirns und seine Hüllen machen sich dann als *Puncta minoris resistentiae* geltend; sie sind aus dem normalen Geleise herausgerissen und geschwächt. Entzündlichen Störungen fallen sie dann leichter anheim, als normale. Der entzündliche Vorgang tritt hier nicht mehr als Ursache der Stirnneigung auf, sondern als ihre Folge.

Sieht man sich in der Literatur nach dem Vorhandensein *ähnlicher Fälle* um, welche zur Vergleichung mit dem Schädel von Kegel und zur Sicherung des Urteils dienen können, so ist die Ausbeute spärlich genug; aber sie fehlt nicht ganz und muss notwendigerweise unsere volle Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Am wichtigsten für uns sind zwei von J. W. Spengel im Jahre 1875 in einer unter *Henles* Leitung ausgeführten Abhandlung beschriebenen Fälle.¹⁾

Der eine dieser Schädel ist bereits von Blumenbach auf Tafel 63 seines grundlegenden Dekadenwerkes abgebildet. Es ist der Schädel des „*Batavus genuinus*“ von der Insel Marken in dem Zuider-See. Eine ganze Anzahl berühmter Autoren hat sich mit ihm schon vor Spengel beschäftigt, so Schaafhausen, Huxley, J. B. Davis. Huxley hat damals bereits empfohlen, die *Glabella-Inionlinie* als Richtungslinie für Vergleichung dieses Schädels mit dem Neandertaler zu benutzen. Es

¹⁾ Schädel vom Neandertal-Typus. Archiv für Anthropologie, Bd. VIII. S. 49—64. Hier ist auch die ältere zugehörige Literatur sorgfältig aufgeführt.

ziemt sich daher, die Glabella-Inionlinie künftig die *Huxleysche Linie* zu nennen. Leider hat Spengel, obwohl er von Huxleys Vorschlag unterrichtet war, diesen nicht angenommen, sondern an dessen Stelle die *Nasion-Lambdalinie* benutzt. Spengel gibt zwar Abbildungen, aber sie sind sämtlich in verkleinertem Maassstabe gehalten. Statt an ihnen Messungen auszuführen, nachdem die Glabella-Inion- oder die Nasion-Inionlinie als Richtungslinie eingestellt worden ist, wird es weit vorteilhafter sein, von dem noch vorhandenen Schädel *neue* Aufnahmen in natürlicher Grösse herzustellen, auch vielleicht eine mediane Durchsägung vorzunehmen, die inneren Verhältnisse kennen zu lernen, äussere und innere Basallinie und die Kapazität zu bestimmen.

Über diesen Schädel äussert sich Spengel zusammenfassend in folgender Weise: „Die *spezielle* Ähnlichkeit — nicht zu reden von der Übereinstimmung in den wichtigsten Dimensionen, besonders auch der Höhe und deren Verhältnis zueinander — erstreckt sich nach dem Gesagten vornehmlich auf die Profilansicht; namentlich die Bildung des Stirnbeins mit seiner exzessiven Entwicklung der Stirnhöhlen und dadurch bedingtem Hervorragen der Augenbrauenwülste bietet sehr viel Übereinstimmendes dar und berechtigt uns, den Schädel des Batavus genuinus als ‚neandertaloid‘ zu bezeichnen.“

Pathologische Ursachen für das Zustandekommen dieser Schädelform weist Spengel zurück, ebenso die Annahme, das Zurücktreten der Stirn sei durch Synostose der Sutura speno-frontalis veranlasst: es ist zwar eine einseitige Synostose dieser Naht am Schädel vorhanden, diese aber nicht als eine vorzeitige zu betrachten, sondern als eine Alterserscheinung.

Der Schädel des Batavus genuinus war durch Herrn Dr. Prins in Antwerpen in die Blumenbachsche Sammlung gelangt. Unterkiefer fehlte. Der Erhaltungszustand des Schädels ist vortrefflich. Genauere Angaben jedoch über den Fundplatz und die Todeszeit fehlen.

Spengel beschreibt hierauf noch einige andere Schädel von den Inseln Marken, Urk und Schokland des Zuider-Sees und wendet sich sodann zur Untersuchung des Schädels Nr. 2257 der *Göttinger* anatomischen Sammlung.

Von diesem Schädel ist bekannt, dass er einer im Göttinger

Anatomicum seziierten Leiche angehört. Wann und von wem die Sektion gemacht wurde, ist unbekannt, unbekannt auch die Herkunft des Individuums. Unterkiefer fehlt, Erhaltungszustand ist gut. Es liegt ein männlicher Greisenschädel vor.

Die Pfeilnaht zeigt sich an mehreren Stellen geschlossen, die Kranznaht und Lambdanaht fast vollkommen offen. Die Schläfenbeine sind ringsum frei. Die Suturae sphenofrontalis und sphenoparietalis¹⁾ sind zwar beiderseits dem Alter entsprechend verstrichen, jedoch in ihrem ganzen Verlauf noch zu verfolgen.

Wurde dieser Schädel mit dem Neandertaler auf die Nasion-Lambdalinie eingestellt, so ergab sich, dass die Umrisslinien von der Nasenwurzel bis zur Lambdanaht fast ganz zusammenfallen. Nur das Hinterhaupt des Neandertalers springt beträchtlich weiter nach hinten vor.

Verfährt man ebenso mit dem Schädel von *Kegel*, oder besser noch, passt man das Nasion des Schädels von *Kegel* auf das Nasion des Neandertalers und sucht auch den oberhalb folgenden medianen Stirnbogen und Scheitelbogen beider aufeinander zu passen, so fallen die Profillinien beider Schädel vom Nasion bis hinter das Bregma fast ganz zusammen. Ja der Schädel von *Kegel* hat einen noch etwas weiter vorspringenden, an einen Kynokephalus erinnernden Glabellarwulst. Die Stirnwölbung des Schädels von *Kegel* dagegen ist etwas grösser als die des Neandertalers. Erst 20 bis 30 mm hinter dem Bregma zieht sich die Profillinie von K. unter die von N. allmählich zurück, in zunehmendem Grade bis zum Inion hin, da der Schädel von K. hinter dem von N. an Länge beträchtlich zurücksteht.

Diese Übereinanderlegung der beiden Profillinien und die Einstellung auf die Nasion-Lambdalinie haben jedoch ein geringeres Gewicht für die Beurteilung, als es scheint. Denn die verschiedenen Höhen der Schädel finden dabei keine ausreichende Berücksichtigung. Das gilt ebenso für den Schädel von *Kegel*, wie für den Schädel des *Batavus genuinus* in ihrem Verhältnis zum Neandertaler.

Man braucht nur die Norma occipitalis des Schädels des *Batavus*, wie sie von Spengel geliefert wurde, mit der ebenfalls von ihm ge-

¹⁾ Diese beiden Suturen sind, wie ich hier hervorheben muss, am Schädel von *Kegel* jederseits vollständig offen.

gebenen *Norma occipitalis* des Neandertalers zu vergleichen, um sogleich den grossen Höhenunterschied beider auffällig zu bemerken. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Höhenunterschiede zwischen dem Neandertaler und dem Schädel von Kegel.

Andere Verschiedenheiten des Bataverschädels von dem Neandertaler findet Spengel besonders an den *Parietalia*; auch die *Normae verticales* beider Schädel sind nach ihm ziemlich abweichend. Ist auch das Verhältnis der Länge zur Breite in beiden Schädeln ziemlich gleich, so bedingt doch, wie Spengel bemerkt, das Fehlen der *Tubera parietalia* und die starke Wölbung der Schläfengegend beim Schädel Nr. 2257 eine bedeutende Verschiedenheit. Auch die Stirn ist nicht so gerade abgeschnitten wie die bei jenem Schädel. Auch bei diesem Schädel weist Spengel den Einfluss pathologischer Ursachen auf seine Formung zurück und fährt dann fort: „Es ist offenbar nichts gegen die Möglichkeit einzuwenden, dass sich von jener alten Bevölkerung, welcher der Neandertaler Mensch angehört hat, Überreste in der jetzigen Bevölkerung erhalten haben.“

Der Neandertaler Schädel unterliegt auch gegenwärtig noch sehr verschiedener Beurteilung bezüglich seiner Stellung zur Entwicklungsgeschichte des Menschen.

Auf diese hier einzugehen, liegt keine Veranlassung vor; ich begnüge mich vielmehr damit, den Leser in dieser Hinsicht auf folgende beiden Schriften zu verweisen: Gustav Schwalbe, *Die Vorgeschichte des Menschen*; Braunschweig 1904; und Julius Kollmann, *Neue Gedanken über das alte Problem von der Abstammung des Menschen*; Braunschweig 1905.

VIII. Zusammenfassung.

1. An dem Schädel von *Kegel*, der eine neandertaloide Form besitzt, und zur Vergleichung an einem Schädel mit schön geformtem Gewölbe, hier Schädel der *Norm* genannt, ist neben der *äusseren* auch die *innere* Untersuchung des Neurocranium, nach geschehener medianer Durchsägung, vorgenommen worden. Ob die Eröffnung in sagittaler, horizontaler oder transversaler Richtung ausgeführt werden soll, bleibt besonderer Erwägung des Einzelfalles vorbehalten. An demselben

Schädel können auch Kombinationen der Eröffnungsart stattfinden. Wo immer aber die innere Untersuchung fehlt, da ist das betreffende Ergebnis als ein ungenügendes zu bezeichnen. Das Ungenügen der ausschliesslich äusseren Untersuchung ist unter den Neueren vor allem von Th. Huxley und von C. Kupffer gefühlt und ausgesprochen worden. Wohl treten in manchen Fällen unüberwindliche Gründe der inneren Untersuchung hindernd entgegen. Dieser Umstand darf aber nicht dazu führen, die innere Untersuchung in einem Grade zu vernachlässigen, der nicht mehr gerechtfertigt werden kann. Vielmehr ist zu wünschen, dass der inneren Untersuchung in der Folge die gleiche Aufmerksamkeit zugewendet wird, welche der äusseren immer geschenkt wurde.

2. Wie man an der Aussenfläche des Hirnschädels mit R. Virchow *Aussenwerke* unterscheidet, welche seine sonstige Ähnlichkeit mit der Hirnform in bedeutendem Grade vermindern; so gibt es auch *Innenwerke* am Hirnschädel, mit dem gleichen Ergebnis. Sie bestehen aber nicht in inneren Vorsprüngen der Höhlenwand, sondern in Furchen dieser; auch ist ihr Einfluss ein viel weniger entstellender. S. 50.

3. Ein wichtiges Hilfsmittel der inneren Untersuchung bilden *Höhlenausgüsse*, welche von gewandten Formatoren ohne Beschädigung hergestellt werden können. Sie wandeln das Negativ der Höhle in einen positiven Körper um, der leicht zu Messungen, aber auch zur genaueren Beobachtung des Reliefs, vor allem zur Erforschung der Hirnwindungen wichtige Dienste leisten kann. S. 49.

4. Als ein geeignetes Hilfsmittel zur Untersuchung der Schädelhöhle ist ferner der *Stäbchen-* oder *Klammerapparat* zu nennen. Er liefert eine Art von Holzausguss der Höhle im ganzen oder einzelner Teile von ihr. S. 50.

5. Ein drittes Hilfsmittel zur Höhlenmessung ist der *Tiefenmesser*, ein graduierter Stab, welcher ein median aufgelegtes Parallelepiped senkrecht durchbohrt und an beliebiger Stelle bis zur Berührung der Höhlenwand vorgeschoben wird. S. 50.

6. Ein viertes Hilfsmittel ist der *Schiebestab*. Er besteht aus zwei parallel aneinander verschiebbaren Stäbchen, von welchen der

eine graduirt ist. Er dient zur Längenmessung der Höhle am median halbierten Schädel. S. 54.

7. An Schädeln, welche nicht eröffnet werden sollen, lassen sich manche inneren Maasse dadurch gewinnen, dass man an gewollten gegenüberliegenden Stellen des Hirnschädels mit einem feinen Drillbohrer feine Kanäle bohrt und an diesen die Dicke der Schädelwand mit einem kleinen Instrumente misst, welches *Wandmesser* genannt werden kann. Seine Spitze ist umklappbar, sein Schaft graduirt. Zuerst wird die äussere Entfernung der beiden Schädelstellen gemessen, dann die Dicke der einen und der anderen Wand. Zieht man die Summe beider Wandstärken von dem Aussenwerte ab, so ist der betreffende Höhlenwert gewonnen. S. 52.

8. Berücksichtigung verdient der mit der Durchsägung des Schädels verbundene *Verlust* an Material und an Ausdehnung. Die Sägespäne werden gesammelt und gewogen, selbst aufgehoben. Der Verlust an Ausdehnung braucht 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm quer zur Führung des Sägeblattes nicht zu übersteigen. Die Dicke der Verlustplatte ist jedesmal festzustellen.

9. Die innere Untersuchung gibt nicht nur Aufschluss über die Dickenverhältnisse der Schädelwand, über das ganze Relief der Innenwand, über die Durchmesser der Höhle, sondern auch über alle anderen normalen und anormalen Vorkommnisse an der Innenwand. So zeigte das Stirnbein des Schädels von Kegel an der cerebralen Fläche der Squama pathologische Erscheinungen, auf welche die äussere Untersuchung in nichts hinwies. S. 115.

10. Die innere Untersuchung macht einige neue Bezeichnungen wünschenswert. Im Anschluss an die Terminologie von P. Broca sind folgende zu nennen:

Typhlon, für den Mittelpunkt des Foramen coecum am Stirnbein;

Ephippion, für den hinteren Medianpunkt des Dorsum sellae;

Confluens seu Endo-Inion, für den höchsten Medianpunkt der Protuberantia occipitalis interna;

Endobregma, Endolambda, Endopterion, Endoasterion, für die innere Ausprägung des Bregma usw.

Mit dem Namen Fossa frontalis ist die tiefste Stelle der Aus-

höhlung jeder Schuppenhälfte des Stirnbeins bezeichnet, um ein Gegenüber für die Fossae occipitales der Hinterhauptschuppe zu haben.

Eine Stelle der Aussenfläche der Basis cranii bezeichnet das Wort Sphenon: den unteren Medianpunkt der vorhandenen oder ehemaligen Synchronosis sphenoooccipitalis.

11. Als besondere Schädellinien und -Ebenen haben folgende eine ausgiebige Verwendung gefunden (S. 52):

a) Die äussere Basallinie, Linea basalis externa, vom Nasion bis zum Basion, oder über beide Punkte hinaus verlängert.

b) Die innere Basallinie, Linea basalis interna, vom Typhlon zum Basion.

c) Die äussere Basalebene, Planum basale externum, durch drei Punkte des Schädels gelegt: Basion, Puncta supraorbitalia dextrum et sinistrum. Sie sei künftig die *Dörptsche Ebene* genannt.

12. Die Horizontalebene der Frankfurter Verständigung ist ausgeschieden, die Würzburger Horizontalebene aber für bestimmte Untersuchungsgebiete angenommen und verteidigt.

13. Das Foramen occipitale magnum = Megatrema = Trema, wird als hinterer Endteil des *Schädelgewölbes* in Anspruch genommen und seine Ausdehnung im gleichen Sinn rechnerisch verwertet. Das Schädelgewölbe erstreckt sich hiernach vom Nasion über den Scheitel und das Hinterhaupt hinweg bis zum Basion. Der so begrenzte Medianbogen führt den Namen totaler äusserer Medianbogen des *Schädelgewölbes*. Wird zu diesem noch der Betrag der äusseren Basallinie (Basion bis Nasion) addiert, so erhalten wir den totalen äusseren Medianbogen des *Hirnschädels*. S. 82.

Es gibt hiernach auch einen totalen *inneren* Medianbogen des Schädelgewölbes und des ganzen Hirnschädels. Sie gehen vom Typhlon aus und erstrecken sich median über die Innenfläche des Schädelgewölbes, der eine bis zum Basion, der andere bis zum Typhlon zurück. S. 122.

Die äussere und innere Basallinie kann dabei je als Diagonale oder als gebrochene Linie in Rechnung gebracht werden.

14. Der *fornikale* äussere Querumfang des Schädels (vom oberen Rand des Porus acusticus externus über den Scheitel hinweg zum Aus-

gangspunkt der Gegenseite) wird durch den *basalen* äusseren Querumfang (vom oberen Rande des Porus acusticus externus quer über die Basis hinweg zum gegenüberliegenden Ausgangspunkt) zum *totalen* äusseren Querumfang ergänzt. S. 83; 7.

Es gibt aber auch einen *inneren* fornikalen und basalen Querumfang. S. 124; 4.

15. Dem *äusseren* Horizontalumfang (einem höher und einem tiefer gelegenen) steht ein *innerer* gegenüber. S. 122; 1.

16. Totale und partiale äussere und innere Median-, Horizontal- und Querumfänge sind miteinander in ihren Beträgen am einzelnen Schädel und an Schädelgruppen zu vergleichen.

17. Die Neigung des Foramen occipitale magnum als eines hinteren Fussteiles des *Schädelgewölbes* wird an drei verschiedenartigen Schädeln erwachsener Männer, am Schädel eines neugeborenen, eines fötalen Menschen, an den Schädeln einer Katze und eines Hundes gemessen und dabei die Frage erwogen, welche *Grundlinie* diesen Messungen zur Richtung zu dienen habe. Die Entscheidung fällt zu Gunsten der äusseren Basallinie (Nasion-Basion) aus. S. 97.

18. Als *äusseres Randpolygon* wird jenes Schädelvieleck nach Seitenlängen und Winkelgrössen untersucht, welches mit den Enden seiner Seiten die median gelagerten *Ränder* der Gewölbeknochen des Schädels berührt. S. 92.

Ihm steht ein *inneres* Randpolygon gegenüber. S. 133.

An *beiderlei* Vielecken kann die Anzahl der Seiten im Hinterhauptgebiet reduziert werden.

Beiderlei Vielecke werden durch Anfügung der zugehörigen *Basallinie* (der äusseren oder inneren) geschlossen.

19. Es gibt nicht bloss Randpolygone am Schädel, sondern es lassen sich auch *Wölbungspolygone* gewinnen, ein *äusseres* und ein *inneres*, deren Seitenlängen und Winkelgrössen unter sich und mit jenen der Randpolygone verglichen werden können. Die Wölbungspolygone werden so gewonnen, dass die Punkte der grössten äusseren und inneren Wölbung des Stirnbeins, Scheitel- und Hinterhauptbeins miteinander durch Gerade verbunden und durch Gerade zur äusseren oder inneren Basallinie geschlossen werden. S. 107 und 136.

20. Äussere und innere Krümmungswinkel der einzelnen Gewölbeknochen. S. 91 und 131.

21. Methoden zur Messung der *Stirnneigung*: S. 160.

Als beste *Richtungslinie* macht sich hierbei die *äussere Basallinie* geltend. S. 163.

22. Drehung (= Wanderung) der Nasion-Inionlinie bei der stattfindenden Niederlegung der *Squama frontalis*: S. 162.

23. Anpassung der Schädelpolygone von Kegel und der Norm: S. 158.

24. Da die grösste Ausdehnung der Schädelhöhle nicht in der Mediane des Schädels gelegen ist, sondern beiderseits von ihr, so gilt es, auch ein *paramedianes* inneres Wölbungspolygon zu konstruieren und die bezüglichen Maasse kennen zu lernen: S. 136.

25. Lineare Maasse des Schädels von Kegel und der Norm. S. 82.

26. Äussere und innere Indices. S. 88 und 128.

27. Äussere und innere Winkel. S. 91 und 131.

28. Schon W. Krause hat (im J. 1880) den Satz ausgesprochen, ein brachycephaler Schädel habe bei gleicher Oberfläche wegen Annäherung an die Kugelgestalt mehr Inhalt als ein dolichocephaler. Genauere Darstellung der Theorie: S. 167.

29. Einwendungen von seiten C. Kupffers und deren Widerlegung: S. 185.

30. Die äussere Basallinie hat am Schädel von Immanuel Kant, dessen Beschreibung die wichtige Schrift von Kupffer und Bessel-Hagen gewidmet ist, eine Länge von 93,5 mm; die auf diese Linie bezogene *Schädelhöhe* erreicht den Betrag von 135 mm.¹⁾

Die Nasion-Inionlinie hat am Schädel von Kant eine Länge von 162 mm; die auf *sie* bezogene Schädelhöhe misst 114 mm. Der Schädel vom Neandertal dagegen hat, auf diese Linie bezogen, nur eine Höhe von 88 mm.

Äussere Basallinie und Nasion-Inionlinie sind am Schädel von Kant in einem Winkel von 15° gegeneinander geneigt.

Der Schädel von Kant hat, auf die äussere Basallinie bezogen,

¹⁾ Dieses und einige der folgenden Maasse sind an dem von Kupffer und Bessel-Hagen gelieferten, schönen Konstruktionsbilde der Mediane des Kantschen Schädels gewonnen worden.

eine *grösste Länge* von 177 mm; auf die Nasion-Inionlinie bezogen, beträgt die *grösste Länge* dagegen 180 mm.

Diesen Höhen- und Längenwerten des Schädels von Kant kommt die von Kupffer und Bessel-Hagen gemessene ungewöhnliche *grösste Breite* mit 161 mm entgegen. Die Kapazität der Schädelhöhle erreicht nach der Messung der genannten Autoren den hohen Betrag von 1715 bis 1740 ccm.

Der *grösste Horizontalumfang* des Schädels von Kant ist (nach der Messung von Kupffer und Bessel-Hagen) = 547 mm.

Der totale Sagittalumfang (nach mir) = $378 + 40 + 93,5 = 511$ mm.

Der totale Querumfang in der Ohrgegend = $337 +$ basaler Ergänzung im Betrage von ca. 150 = 487 mm.

Vergleicht man die Werte der drei grössten aufeinander senkrechten Umfänge, 547, 511 und 487 mm, so stehen sie sich auffallend nahe und geben ein besonders wichtiges Beispiel der Annäherung eines Schädels an die Kugelform.

31. In der Abnahme an Länge, Zunahme an Breite und Höhe, somit in der Annäherung zur Kugelform des Schädels und Gehirns spricht sich ein Motiv aus zur bestmöglichen *Ausnutzung des Raums* und zu möglichster Sparsamkeit an Material, bei möglichst hoher Funktion.

32. Cristae occipitales anterior und posterior, die eine am Körper des Hinterhauptbeins von Kegel, die andere am Schädel der Norm: S. 61.

33. Einstellungsversuche des Schädels von Kegel und der Norm auf verschiedenen Ebenen; Bevorzugung der basalen Anpassung: S. 147.

34. Inion, Epi-Inion, Hypo-Inion am Schädel von Kegel: S. 60.

35. Arcus superciliares des Schädels von Kegel: S. 68.

36. Lineae temporales superior und inferior am Schädel von Kegel. Störung ihres Verlaufs durch ihr Zusammentreffen mit der Sutura coronalis. Processus sphenoidalis des Parietale. Stufenbildung in der Bahn der Sutura coronalis: S. 79.

37. Sinus nasales des Schädels von Kegel. Cellula frontalis impar. Eigentümliche Beschaffenheit der Sinus sphenoidales: S. 75.

38. Wandstärke des Schädels von Kegel. Durchscheinende Stellen. Gewicht des Schädels: S. 189.

39. *Norma verticalis* des Schädels von Kegel: S. 111.

40. *Norma occipitalis* des Schädels von Kegel: S. 114.

41. Überführung des Medianbogens des Neandertaler Schädels in den Schädel von Kegel und in rezente Typen; ebenso das umgekehrte Verfahren; mit Benutzung von Drahtmodellen. S. 169—185.

42. Allgemeine Beurteilung des Schädels von Kegel. S. 192.

43. Breite und Höhe von Köpfen sind auf der Stufe der offenen, noch flach ausgebreiteten Medullarplatte ein und dasselbe Maass: die *Breite*. Erst mit der Erhebung und Schliessung der Medullarplatte wird eine *Höhendimension* des Kopfes und damit auch des Hirnschädels gewonnen. Das gilt zunächst für dessen *bindegewebige* Stufe; dann für das Chondrocranium und endlich für das Neurocranium.

44. Der Kopf menschlicher Embryonen aller Rassen ist auf gewisser Stufe seiner Ausbildung längere Zeit hindurch von ansehnlicher Breite, wie G. Retzius gezeigt hat. Von dieser brachycephalen Grundform aus entwickeln sich nach und nach die bekannten sekundären Gestaltungen. Um von jener Grundform aus alle Übergangsformen übersehen zu können, bedarf es noch umfangreicher messender Arbeit an Schädeln von Embryonen und Kindern. Dann erst werden die Endformen der Schädel dem Verständnis vollständiger gewonnen sein.

45. Ein Bericht über eine Untersuchung der vorbereiteten *Höhlen-Ausgüsse* des Schädels von Kegel wird bei späterer Gelegenheit erstattet werden.

46. Nach zahlreichen Beobachtungen wird man späterhin in den Stand gesetzt sein, aus der bekannten Aussenform eines Schädels die zugehörige Innenform durch Konstruktion annähernd zu gewinnen, indem gewisse Abzüge an den Hauptlinien, aber auch gewisse Zusätze vorgenommen werden.

47. Die grösste Innenlänge des menschlichen Schädels liegt nicht median, sondern paramedian. Den wichtigsten inneren Längenbreitenindex darf man daher nicht nach medianen Beträgen bestimmen, sondern nach paramedianen.

48. Der vordere Endpunkt der *äusseren* Maximallänge eines Schädels sei Ekto-Prosthion, jener der *inneren* aber Endo-Prosthion (= Paratyphlon) genannt.

Die *hinteren* Endpunkte dieser beiden Linien heissen alsdann Ekto-Eschaton und Endo-Eschaton. Die Lage der vier Punkte, der beiden äusseren und der beiden inneren, ist für jeden Schädel zu bestimmen, ebenso der Längenwert beider Linien.

Was die grösste *Breite* eines Schädels betrifft, so seien die Punkte der grössten Aussen- und Innenbreite eines Schädels Ekto-Euryon und Endo-Euryon genannt. Es gibt ein Ekto- und ein Endo-Euryon der rechten und der linken Seite. Die Ekto- und Endo-Eurya müssen nicht in einer einzigen querziehenden Geraden liegen.

Für die Messung der grössten *Höhe* eines Schädels fällt der untere Endpunkt der Aussen- und Innenhöhe in das Basion. Der obere Endpunkt der Aussenhöhe sei Ekto-Hypsēlon, der der Innenhöhe aber Endo-Hypsēlon genannt. Die drei hier vorhandenen Punkte liegen wesentlich in einer einzigen Geraden aufgereiht.

49. Die Linie Ekto-Prosthion zum Ekto-Eschaton hat am Schädel von Kegel eine Länge von 188 mm;

die Linie Endo-Prosthion zum Endo-Eschaton misst dagegen 160 mm;

die Linie Ekto-Euryon der rechten Seite zum Ekto-Euryon der linken Seite hat den Wert von 141 mm;

die Linie zwischen beiden Endo-Euryen dagegen misst 136 mm;

die Linie Basion zum Ekto-Hypsēlon ist 136 mm lang;

die Linie vom Basion zum Endo-Hypsēlon dagegen misst 129 mm.

50. Aus diesen Angaben können die zugehörigen Aussen- und Innenindices von jedem Interessenten leicht berechnet werden, soweit sie nicht schon oben (S. 88 und 128) angegeben worden sind.

Dorpat, im Juli 1905.

Fernere Literatur:

Hugo Witt, Die Schädelform der Esten. Dorpat 1879. — E. Schmidt, Die Horizontalebene des menschlichen Schädels, Archiv f. Anthropologie, IX, 1876; — Kraniologische Untersuchungen; ebenda, XII, 1880. — H. Klaatsch, Entstehung und Entwicklung des menschlichen Geschlechts. In „Weltall und Menschheit“, herausgegeben von Krämer, II. Band. — Aurel v. Török, Versuch einer systematischen Charakteristik des Kephalindex; Archiv f. Anthropologie, Neue Folge Bd. IV, 1906. — G. Kramberger, Der diluviale Mensch von Krapina; Biologisches Centralblatt Bd. 25, Nr. 23 und 24, 1905.

IX. Erklärung der Tafeln.

Tafel IV. Ansichten des Schädels von Kegel.

- Fig. 1. Norma facialis. ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$.
 Fig. 2. Norma lateralis dextra.
 Fig. 3. Norma basalis.
 Fig 4 u. 5. Norma mediana sinistra und dextra.

Tafel V.

- Fig. 6. Norma mediana sinistra, durch Pausung zur dextra gemacht. Aussen- und Innenbogen. Mit den äusseren Krümmungswinkeln, dem äusseren Polygon und einer Anzahl von anderen Linien. $nb = 104$; $nc = 80$; $eb = 44$; $nc + eb = 124$; $nsf = 82$; $sfb = 24$; $nsf + sfb = 106$; $bo = 35$; $oi = 44$; $bi = 77$ mm. n = Nasion; b = Basion; o = Opisthion; i = Inion. i' = Epi-Inion; i'' = Hypo-Inion; l = Lambda; br = Bregma; fw = frontale Wölbung; pw = parietale Wölbung; oow = obere occipitale Wölbung; s, s = Sinus frontalis; a = Punctum limitans; gl = Glabella; t = Typhlon = Foramen coecum; e = Ephippion = hinterer Medianpunkt des Dorsum sellae; c = Confluens = Endo-Inion; sf = Sphenon (Grenze des Sphenoidale und Occipitale). Bei b die Crista occipitalis anterior.
- Fig. 7. Schädel der Norm. Aussen- und Innenbogen des Medianschnittes. Zur Vergleichung mit Figur 6. Bei b die Crista occipitalis posterior. $tc = 57$; $eb = 50$; $tc + eb = 107$; $nx = 17$ mm.

Tafel VI.

- Fig. 8. Innenbogen des Schädels von Kegel mit der gebrochenen und diagonalen inneren Basislinie. t = Typhlon; b = Basion; o = Opisthion; c = Confluens = Endo-Inion; cl = Endolambda; chr = Endobregma; fw' = innerer Frontalgipfel; pw' = innerer Parietalgipfel; oow' = innerer oberer Occipitalgipfel; uow' = innerer unterer Occipitalgipfel. Inneres End- und inneres Wölbungspolygon. bl, bl = Vertikale auf die innere Basalis; cl, cl = Vertikale auf die Typhlon-Confluenslinie ($t-c$). $cl-cl = 160$; $bl-bl = 147$ mm.
- Fig. 9. Neigung der Stirn des Schädels von Kegel. Buchstabenerklärung s. bei Figur 6 u. 8. $nx = 30$; $td = 10$; $gb = 116$ mm.

Tafel VII.

- Fig. 10. Schädel von Kegel (schwarz) und Schädel der Norm (blau), in gleicher Einstellung auf das Planum ethmoidale (*pe*) und den Clivus. Die mit ' bezeichneten Buchstaben beziehen sich auf den Schädel von Kegel. *b* = Crista occipitalis posterior; *b'* = Crista occipitalis anterior.
- Fig. 11. Äusserer und innerer Medianbogen des Schädels von Kegel (schwarz) und der Norm (blau). Einstellung auf die Nasion-Inionlinie.

Tafel VIII.

- Fig. 12. Medianschnitte des Schädels von Kegel (schwarz) und der Norm (blau). Einstellung auf die äussere Basalis.
- Fig. 13. Äusseres Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Dieses ist gestrichelt, jenes hat ausgezogene Linien. *fw* = 186; *fw' i'* = 172.

Tafel IX.

- Fig. 14. Inneres medianes Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Paramedianes Wölbungspolygon von *N* (Norm) und *K* (Kegel). *fwc* = 159; *fw' c'* = 147; ○ und ⊙ gehören zu *N*, + und ⊕ zu *K*.
- Fig. 15. Äussere und innere End-Polygone des Schädels der Norm (*N*) und von Kegel (*K*). Einstellung auf die äussere Basallinie *nb*.

Tafel X. Umwandlungsversuche. Die Figuren 16—27 haben gegen $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

- Fig. 16. Schädel vom Neandertal und von Kegel.
- Fig. 17. Schädel von Kegel und vom Neandertal.
- Fig. 18. Schädel vom Neandertal und der Norm.
- Fig. 19. Schädel der Norm und vom Neandertal.
- Fig. 20. Schädel des Neandertalers und des Elsässer Weibes.
- Fig. 21. Schädel des Elsässer Weibes und des Neandertalers.

Tafel XI. Umwandlungsversuche.

- Fig. 22. Schädel des Neandertalers und eines sechsjährigen Kindes.
- Fig. 23. Schädel eines Kindes und des Neandertalers.
- Fig. 24. Schädel des Neandertalers und eines Neu-Irländers.
- Fig. 25. Schädel eines Neu-Irländers und des Neandertalers.
- Fig. 26. Aussenbogen von Neandertal und Innenbogen von Kegel.
- Fig. 27. Schädel eines Elsässer Mannes und des Neandertalers. Die Umriss der Elsässer, des Neu-Irländers und des Neandertalers sind Kopien Schwalbescher Zeichnungen.

Über den Zusammenhang der Musculi tarsales (palpebrales) mit den geraden Augenmuskeln beim Menschen und einigen Säugetieren.¹⁾

Von

Dr. Friedrich Groyer,
Wien.

(Mit Taf. XII und 2 Textfig.)

Nachdem es mir gelang, eine innige Beziehung der *Mm. tarsales sive palpebrales* mit den geraden Augenmuskeln nachzuweisen, die ich bereits früher an anderem Orte näher erörterte, ist es mein Bestreben, in dieser Abhandlung die Resultate eingehender histologischer Untersuchungen darüber mitzuteilen. Als Material diente mir zur mikroskopischen Untersuchung fast das nämliche wie zur makroskopischen, indem ich mir schon von vornherein von jedem Tiere ein Auge für die mikroskopische Untersuchung reservierte.

Da es mir sehr daran gelegen war, die für mich wichtigen Muskelverbände in möglichst natürlicher Lage zu erhalten, erkannte ich es schliesslich als das Beste, jedes Auge samt seinen Lidern und Muskeln zur Erhärtung zu bringen. Als Härtingsflüssigkeit benützte ich ausschliesslich eine 10⁰ Formalinlösung. In dieser verblieb der stets mit der Periorbita der Augenhöhle entnommene Inhalt wenigstens acht Tage lang, um darnach die gewöhnlich üblichen Prozeduren der

¹⁾ *Fr. Groyer*, Zur vergleichenden Anatomie des *M. orbitalis* und der *Mm. palpebrales (tarsales)*. Sitz.-Ber. d. k. Akad. Wien 1903.

Celloidineinbettung durchzumachen. Zum besseren Eindringen des Celloidins wurde aus der Cornea ein Fenster ausgeschnitten, die Linse aber belassen oder ebenfalls mitentfernt.

Auf diese Weise resultierten allerdings ziemlich grosse Celloidinblöcke, welche aber vor der weiteren Behandlung entsprechend den vier geraden Augenmuskeln in ebensoviele Quadranten geteilt wurden. Die durchschnittliche Dicke der Schnitte betrug 30 μ . Was nun die Färbemethode anlangt, so verwendete ich ausschliesslich eine Färbung mit Weigertschem Resorcin und als Nachfärbung Pikrinsäure-Säurefuchsin. Dieser Färbungskombination räumte ich insofern vor jeder anderen den Vorzug ein, als sie gerade den in meinen Untersuchungen die Hauptrolle spielenden Geweben, nämlich dem elastischen, dem Muskel- und dem Bindegewebe eine nahezu ideale Differenzierung gewährt.

Wenn ich mir die Aufgabe gestellt habe, einen Zusammenhang zwischen den geraden Augenmuskeln und den Mm. tarsales (palpebrales) zu beweisen, so will ich hiermit den Erweis nur für den M. rectus inferior, medialis und lateralis erbringen, für den M. levator palp. sup. und den M. rectus superior sind meine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen, ich behalte mir aber nähere Mitteilungen darüber vor.

Untersuchungen an Tieren.

Bei *Fuchskusu* (*Trichosurus vulpecula*; Fig. 1) ist der Ursprung des M. palpebralis inferior (*m. p. i.*) vom M. rectus inferior (*m. r. i.*) sehr distinkt ausgebildet. Er besteht aus einer fibroelastischen Platte, in welcher das elastische Gewebe stark über das leimgebende vorherrscht. Diese elastische Platte beginnt am mittleren Drittel des M. rectus inferior, indem aus der Tiefe des M. rectus inferior feinste elastische Fäserchen gegen die Oberfläche aufsteigen und dabei die Muskelfasern kreuzen. Gegen die Oberfläche des Muskels sammeln sich diese feinsten elastischen Fasern zu dickeren, diese dann zu noch stärkeren (*a*).

Die letzteren treten schliesslich zu stärkeren angeordnet an die Oberfläche des Muskels und bilden die erwähnte elastische Platte (*b*).

Diese erreicht, da sie in der Richtung gegen die Lider immer einen neuen Zuwachs an elastischen Fasern vom geraden Augenmuskel erhält, eine ziemlich beträchtliche Stärke. Sie enthält aber nebst dem elastischen Gewebe auch leimgebendes Bindegewebe, und daher ist die gewählte Bezeichnung „*fibroelastisch*“ mehr am Platze als elastisch. Das leimgebende Bindegewebe ist aber in ihr nicht an allen Stellen in gleicher Stärke vorhanden. In den tieferen Schichten des M. rectus inferior liegt es zwischen den Muskelfasern meist spärlich und ist selbst bei längerer Färbung mit Fuchsin kaum zu erkennen.

Ein stärkeres Auftreten von leimgebendem Bindegewebe ist erst gegen die oberflächlichen Muskelschichten und die Muskeloberfläche selbst bemerkbar, und zwar füllt es daselbst die Spalträume zwischen den dickeren elastischen Fasern fast gänzlich aus. Von da an, wo sich die fibroelastische Platte vom M. rectus inferior abtrennt, wird sie allmählich wieder ärmer an leimgebendem Gewebe, fast zur reinen elastischen Platte. Dieselbe zieht der Hauptsache nach unter dem M. obliquus inferior vorbei, um zum Lide zu kommen. So sehe ich es wenigstens an den zu diesem Zwecke gefertigten Schnitten. Nichtsdestoweniger wäre es aber möglich, dass an bestimmten Stellen ein Teil der elastischen Platte auch ober dem M. obliquus inferior vorbeizöge. So bemerke ich an allen meinen Präparaten elastische Fasern, welche mit dem M. rectus inferior ober dem M. obliquus inferior verlaufen, sich aber bei des ersteren Ansatz an der Sclera in dieser verlieren, ohne sich vor dem M. obliquus inferior mit dem anderen Teile der elastischen Platte zu verbinden. Noch während die elastische Platte unter dem M. obliquus inferior gelegen ist, meist in der Mitte unter dem Muskel tritt in ihr glatte Muskulatur auf. An diesen Stellen hört dann die elastische Platte auf, indem ihre Fasern sich besenförmig aufspalten und sich zwischen den Muskelfasern verlieren. Doch zuweilen sind in der elastischen Membran Gruppen von Muskelfasern anzutreffen, welche in sie schon eingestreut sind, wo sie unter den M. obliquus inferior zu liegen kommt. Der M. palpebralis reicht nur bis zur Lidbasis und nicht ins Lid selbst hinein. Unter dem Fornix conjunctivae tritt an seine Stelle bereits wieder elastisches Gewebe (*d*). Dichte elastische Faserbündel umfassen die Mus-

kelbündel des *M. palpebralis inferior* und ziehen in Längsrichtung teils in die Nickhaut (*p. n.*), teils in das untere Augenlid (*p. i.*). In ersterer weichen die Faserbündel auseinander, durchsetzen so das ganze Nickhautgewebe und kommen sogar bis dicht unter das Conjunctivalepithel zu liegen. In letzterem liegen sie zu größeren Bündeln in den tieferen Partien des subconjunctivalen Bindegewebes. Von diesen steigen aber feinere Fasern bis unter das Conjunctivalepithel und bilden daselbst feinste subepitheliale Netze.

Ganz ähnlichen Bildern begegnet man am *M. rectus lateralis*. An diesem überwiegt das elastische Gewebe bei weitem das Muskelgewebe, welches den *M. palpebralis lateralis* darstellt. An der Oberfläche des *M. rectus lateralis* ist wieder wie über dem *M. rectus inferior* eine fibroelastische Platte zu bemerken, welche auch einen ähnlichen Aufbau aufweist, aber deren elastische Ursprungsfasern nicht wie am *M. rectus inferior* zwischen die tieferen Muskelfasern eindringen, sondern mehr zwischen die oberflächlichen Muskelfasern hineinlaufen. Diese fibroelastische Platte verläuft mit dem *M. rectus lateralis*, ohne sich von ihm zu entfernen, nach vorne und nimmt ungefähr in der Gegend des Ansatzes des *M. rectus lateralis* an der Sclera glatte Muskelfasern als *M. palpebralis lateralis* auf. Derselbe ist aber nicht über 1 mm lang. Er reicht über den muskulösen Anteil des *M. rectus lateralis* nach vorn nicht hinaus und wird gegen das Lid durch scharf umschriebene elastische Faserzüge fortgesetzt. Diese verlieren sich um den Fornix conjunctivae zwischen Cornea und Nickhaut, nur vereinzelte Fasern dringen tief in die stark gegen den lateralen Augenwinkel reichende Nickhaut und in die Augenlider ein. Die Mehrzahl der Fasern reicht auch hier bis dicht unter das Conjunctivalepithel.

Den *M. rectus medialis* endlich bedeckt ebenfalls der ganzen Oberfläche nach eine fibroelastische Platte. Ihre Fasern dringen auch hier nur zwischen die oberflächlichen Muskelfasern des *M. rectus medialis* ein. Von dieser fibroelastischen Platte lösen sich in der vorderen Hälfte des *M. rectus medialis* dünnere Lamellen, welche gleichfalls aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehen, ab, um sich mit der Periorbita zu vereinigen, während die Hauptfortsetzung

der fibroelastischen Platte über dem Ansätze des *M. rectus medialis* an der Sclera in die glatte Muskulatur des *M. palpebralis medialis* übergeht. An der Innenseite des *M. palpebralis medialis* ist ziemlich viel elastisches Gewebe gelegen, welches wahrscheinlich die Endigung von Lamellen darstellt, welche etwas weiter vorn vom *M. rectus medialis* entspringen. Der *M. palpebralis medialis* zieht dicht zwischen episcleralem Bindegewebe und Periorbita gegen den inneren Augwinkel und endigt daselbst mit elastischem Gewebe um den Fornix conjunctivae, zum grösseren Teile gelangt der *M. palpebralis* in die Nickhaut und geht ungefähr in der Mitte derselben in elastisches Gewebe über. Dieses breitet sich in der übrigen Hälfte der Nickhaut aus, indem sie den Nickhautknorpel vorn und hinten in dichten Zügen umfängt und sich bis dicht unter das Epithel verzweigt. Bei einem Zicklein fanden sich ganz ähnliche Verhältnisse, unterschiedlich war nur, dass die dem *M. rectus inferior* aufliegende fibroelastische Platte, welche sich der Hauptsache nach aus zwischen den Muskelbündeln hervorkommenden fibrösen Faserzügen entwickelt, anfangs sehr arm an elastischen Fasern ist. Diese treten mehr nach vorne zu auf und überwiegen dann fast das leimgebende Bindegewebe. Im Gegensatze hierzu sieht man am *M. rectus lateralis* und *medialis* auch elastische Fasern aus den tieferen Schichten des Muskels kommen.

Ebenso scharf ausgebildete Verhältnisse zwischen einer fibroelastischen Sehne und quergestreifter Muskulatur der geraden Augenmuskeln wie bei Fuchskusu finden wir an den geraden Augenmuskeln des *Aguti* (*Dasybrokta Aguti*; Fig. 2.). Beim *Aguti* weisen die geraden Augenmuskeln ungefähr in ihrer Mitte zwischen den einzelnen Muskelfasern durch ihre ganze Dicke hindurch feinste elastische Fasern auf. Diese bilden, indem sie sich untereinander verbinden, überaus zarte Netze um die einzelnen Muskelfasern. Der *M. palpebralis inferior* (*m. p. i.*) (*c*) zieht als sehr breiter Muskelstreifen bis in die Mitte des unteren Augenlides, wo er in elastisches Gewebe (*d*) übergeht. Von dem Epithel der Conjunctiva ist er durch eine Lage leimgebenden Gewebes getrennt. Der *M. orbitalis* (*m. o.*) ist deutlich von der fibroelastischen Platte und dem *M. palpebralis inferior* durch Gefässe, Nerven und lockeres Bindegewebe geschieden und es besteht

zwischen ihnen kein inniger Zusammenhang. Eine eigenartige Modifikation erfährt die bis jetzt beschriebene fibroelastische Platte in Beziehung auf ihren Zusammenhang mit dem M. rectus inferior beim *Kaninchen* (*Lepus cuniculus*; Fig. 1).

Bei diesem zieht nämlich von der die hintere Hälfte des M. rectus inferior (*r. i.*) bedeckenden fibroelastischen Platte (*a*) eine zum grössten Teile aus elastischen Fasern bestehende Membran (*m. e.*) zum M. orbitalis (*m. o.*). Von dieser letzteren entspringt der M. palpebralis inferior (*p. i.*). Der M. palpebralis lateralis liegt jedoch, wiewohl eine ähnliche elastische Membran den M. rectus lateralis mit dem M. orbitalis verbindet, in der direkten Fortsetzung der aus dem M. rectus lateralis entspringenden fibroelastischen Platte.

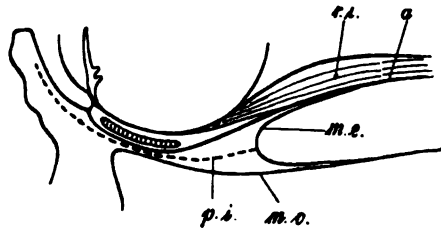


Fig. 1.

Eine besonders beachtenswerte Änderung erfahren die in Rede stehenden Verhältnisse am M. rectus inferior (*r. i.*) beim *Ichneumon* (*Herpestes Ichneumon*; Fig. 2). An diesem ist ebenfalls eine fibröse Platte (*a*) sichtbar, welche nach vorn an

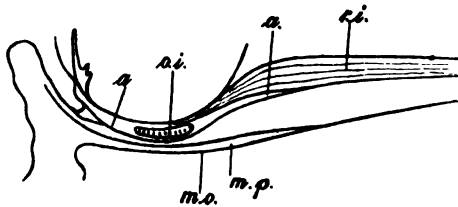


Fig. 2.

Dicke zunimmt und unter dem M. obliquus inferior (*o. i.*) vorbei in die Nickhaut und zum Fornix conjunctivae zieht. In ihrem unter dem M. obliquus inferior gelegenen Teile enthält sie ziemlich viel elastische Fasern, nirgends aber ist in ihr glatte Muskulatur zu sehen. Ein Zusammenhang zwischen dem M. palpebralis (*m. p.*) und dem M. rectus inferior lässt sich an den zu Gebote stehenden Schnitten nicht ersehen. Dagegen ist ein solcher mit der Membrana (Musculus) orbitalis (*m. o.*) erkennbar. Es liegt nämlich an der Innenfläche der Membrana orbitalis ungefähr zwischen vorderem und mittlerem Drittel derselben eine dicke, zumeist aus elastischen Fasern bestehende Lamelle. Die Fasern dieser elastischen Platte verlieren sich nach hinten zu zwischen den

quergetroffenen Fasern des *M. orbitalis*, nach vorne zu gehen sie in den *M. palpebralis inferior* über. Dieser läuft, dicht an der Innenfläche des *M. orbitalis* gelegen, unter dem *M. obliquus inferior* vorbei in das untere Augenlid, wo er, im subconjunctivalen Bindegewebe gelegen, mit elastischen Fasern endigt. An seiner inneren Seite liegt ihm hinwiederum eine gleich dicke fibröse Platte auf, die nur wenige elastische Elemente in sich birgt. Diese tritt an den *M. palpebralis* gerade da heran, wo er durch die beschriebene elastische Platte mit dem *M. orbitalis* in Verbindung steht. Diese fibröse Platte kommt in einzelnen Lamellen von der Oberfläche des *M. rectus inferior*, indem die sie bildenden Lamellen ein Fettpolster, welches zwischen dem *M. palpebralis* und dem *M. rectus inferior* gelegen ist, durchziehen. Die dem *M. orbitalis* an seiner Innenseite anliegende fibröse Platte trifft unter dem *M. obliquus inferior* mit dem dem *M. rectus inferior* aufliegenden fibrösen Gewebe zusammen. So könnte man annehmen, dass das betreffende Fettpolster den *M. palpebralis* samt der mit ihm laufenden fibrösen Platte vom *M. rectus inferior* abgehoben hat, wofür vielleicht auch die Verhältnisse an den anderen geraden Augenmuskeln sprechen würden. Am *M. rectus medialis* dagegen lässt sich wieder einzig und allein ein Zusammenhang des *M. palpebralis* mit ersterem nachweisen. Es lässt sich in der Mitte des *M. rectus medialis* die vielbesprochene fibroelastische Platte sehen, deren elastische Fasern zwischen den Muskelfasern des *M. rectus medialis* ganze Netze bilden. In einzelnen Lamellen bricht die fibroelastische Platte von hinten her in den Drüsenkörper der *Glandula Harderi*. Die Lamellen vereinigen sich noch im hinteren Ende der Drüse und ziehen als ziemlich starke fibröse Platte mitten durch die Drüse hindurch, so dass diese teils ausserhalb, teils innerhalb davon gelegen ist. Ungefähr in der Mitte wird sie reich an elastischem Gewebe und glatter Muskulatur, welche letztere als *M. palpebralis medialis* in die Nickhaut mit elastischen Fasern vor dem Nickhautknorpel einstrahlt.

Desgleichen entspringt auch am *M. rectus lateralis* eine fibroelastische Platte, welche bald nach dem Ursprung glatte Muskulatur als *M. palpebralis lateralis* aufnimmt und darnach wieder im *Fornix conjunctivae* mit elastischen Fasern endigt.

Bei einem neugeborenen *Löwen* (*Felis leo*) zeigen der *M. rectus medialis* und *M. rectus lateralis* in Bezug auf den Zusammenhang mit den entsprechenden *Mm. palpebrales* fast die nämlichen Verhältnisse wie beim *Ichneumon*. Dagegen findet sich eine geringe Abweichung derselben am *M. rectus inferior*. Wie bei allen bisher genannten Tieren, finden sich beim *Löwen* an der Aussenfläche des *M. rectus inferior* fibroelastische Sehnen, welche sich aber hier am hinteren Rande des *M. obliquus inferior* mit einer an der Innenseite der *Membrana orbitalis* gelegenen elastischen Platte vereinigen. Aus diesen Verbindungen gehen meist zwei stärkere elastische Lamellen hervor, welche nach vorn zu den *M. obliquus inferior* umfassen. Dabei liegt die unter dem *M. obliquus inferior* befindliche Lamelle gewöhnlich mehr in der Fortsetzung der die *Membrana (Musculus) orbitalis* an der Innenseite bekleidenden elastischen Platte, die ober dem *M. obliquus inferior* gelegene Lamelle mehr in der Fortsetzung des vom *M. rectus inferior* kommenden fibroelastischen Gewebes. Beide Lamellen werden gegen das untere Lid und die Nickhaut zu durch die glatte Muskulatur des *M. palpebralis inferior* ersetzt. Doch tritt die Muskulatur in beiden Lamellen nicht an ein und derselben Stelle auf. An der inneren Lamelle gewöhnlich schon am hinteren Rande des *M. obliquus inferior*. Diese Muskelbündel des *M. palpebralis inferior* verlaufen dann oberhalb des *M. obliquus inferior* nach vorn. Sie treffen vor ihm mit jenen Muskelbündeln zusammen, welche von der äusseren elastischen Lamelle in der Nähe des vorderen Randes des *M. obliquus inferior* entspringen. Stellenweise bleiben beide Muskellamellen voneinander getrennt und ziehen in die Lider, u. zw. die äussere in das untere Augenlid, die innere Lamelle des *M. palpebralis* in die Nickhaut. Beide endigen daselbst mit elastischen Sehnen. Die äussere Lamelle reicht bis in die Mitte des unteren Lides und ist von der *Conjunctiva* durch eine Lage Bindegewebe getrennt.

Auch beim *Menschen* lässt sich eine aus Bindegewebe und zahlreichen elastischen Fasern bestehende Platte nachweisen, deren elastische Bestandteile besenförmig zwischen die oberflächlichen Muskelbündel des *M. rectus inferior* hineindringen. Am hinteren Rande des quergetroffenen *M. obliquus inferior* spaltet sich die fibroelastische

Lamelle in zwei Blätter, von welchen das eine über den *M. obliquus inferior*, das andere unter den Muskel zu liegen kommt. In das letztere setzt sich auch die Mehrzahl der elastischen Fasern fort. Das über dem *M. obliquus inferior* gelegene Blatt liegt auch ferner noch der Oberfläche des *M. rectus inferior* dicht an und bezieht fortwährend neue Bindegewebszüge und elastische Fasern aus seinen Muskelbündeln, so dass man über der vorderen Hälfte des *M. obliquus inferior* einen starken Zug von elastischem Gewebe wahrnehmen kann. Vor dem *M. obliquus inferior* vereinigen sich beide Blätter zu einer dicken Bindegewebslage, in deren Mitte der Zug elastischer Fasern des inneren Blattes besonders auffällt. Entsprechend dem vorderen Rande des *M. obliquus inferior* treten an der Innenseite des elastischen Faserzuges glatte Muskelbündel auf, und zwar zuerst in einer Schichte. Gegen den Fornix conjunctivae zu kann man drei bis vier Lagen glatter Muskelbündel des *M. palpebralis inferior* unterscheiden, gleichzeitig bemerkt man aber auch, dass die ausserhalb der Muskelbündel gelegenen elastischen Fasern spärlicher werden. Während die innerhalb des elastischen Faserzuges befindlichen Bindegewebsbündel zum Fornix conjunctivae ziehen und schliesslich das subconjunctivale Bindegewebe des Fornix, des Augapfels und des Lides darstellen, ziehen die glatten Muskelbündel des *M. palpebralis inferior*, der elastische Faserzug und die ausserhalb von diesem liegenden Bindegewebsbündel, welche wesentlich eine Fortsetzung der unter dem *M. obliquus inferior* gelegenen Bindegewebsplatte bilden, direkt in das untere Augenlid. Der *M. palpebralis inferior* liegt dabei dem Conjunctivalepithel am nächsten. ist aber von diesem durch die eben beschriebenen subconjunctivalen Bindegewebszüge getrennt. Er endigt in der Mitte des Lides, indem die Enden seiner Bündel von elastischen Fasern umfassen werden. Diese setzen sich dann bis zum unteren Rande des Tarsus inferior fort. Aber auch der elastische Faserzug, welcher ausserhalb vom *M. palpebralis inferior* liegt, und die diesen begleitenden Bindegewebszüge strahlen ins untere Augenlid ein, und während sich die Bindegewebszüge gegen die Mitte des unteren Lides verlieren, vereinigt sich der elastische Faserzug mit den elastischen Fasern der Fascia palpebralis.

Ebenso entsteht am *M. rectus medialis* eine aus leimgebendem und elastischem Gewebe sich zusammensetzende Platte, welche dem *M. rectus medialis* bis zu seinem Ansätze am Augapfel eng anliegt. Nach aussen lösen sich von ihr nur wenig bindegewebige Lamellen ab, welche aber nicht das gegen die Periorbita gelegene Fettpolster durchsetzen, sondern mit ihr erst an der hinteren Seite des Tränensackes zusammenstossen. Die äusseren Lamellen der fibroelastischen Platte enden an der hinteren und äusseren Wand des Tränensackes und verlieren sich zum Teile noch vor ihm. Die mittlere Lage der fibroelastischen Platte besteht zumeist aus elastischen Faserzügen, welche sich gegen den Fornix conjunctivae zu stark ausbreiten, um teils vor dem Fornix conjunctivae, teils hinter ihm, im subconjunctivalen Bindegewebe sich zu verlieren. In den zwischen dem Fornix conjunctivae und dem Tränensacke liegenden elastischen Faserzügen finden sich vereinzelte glatte Muskelbündel.

Die vor dem Fornix conjunctivae liegenden elastischen Faserzüge laufen unter den Falten der Conjunctiva vorbei und endigen damit, dass sie eine alveolare Drüse der Commissura palpebrarum, wahrscheinlich ein Teil der Meibomschen Drüse, umfassen. Zum Fornix conjunctivae ziehen der Hauptsache nach die bindegewebigen Bestandteile der mittleren Lage der fibroelastischen Platte, das geringere elastische Gewebe, welches zum Fornix conjunctivae gelangt, tritt zumeist in die Caruncula lacrimalis ein. Die hinter den Fornix conjunctivae ziehenden elastischen Faserzüge sind weniger reichlich als die vorderen, verlieren sich im subconjunctivalen Bindegewebe des Augapfels, indem sie nebenbei auch in die Plica semilunaris einstrahlen. Die dem *M. rectus medialis* zunächst aufliegenden Bindegewebslamellen bilden die innerste Schichte der fibroelastischen Platte. Sie stellen vor dem Ansätze des *M. rectus medialis* an der Sclera das episclerale Bindegewebe dar und helfen endlich mit den letztgenannten elastischen Faserzügen das subconjunctivale Bindegewebe des Bulbus bilden.

Degleichen zeigt auch der *M. rectus lateralis* an der Oberfläche des vorderen Drittels ein fibroelastisches Gewebe, dessen elastische Fasern ebenso wie am *M. rectus medialis* ein zwischen den Muskelfasern gelegenes Netzwerk bilden. Die äusseren Lamellen dieser

fibroelastischen Platte, welche zahlreiche elastische Fasern enthalten, verbinden sich am Augenhöhlenrande mit der Periorbita. Die mittleren und inneren Lamellen enthalten weniger elastisches Gewebe und ziehen ohne Unterbrechung zum Fornix conjunctivae. Bevor sie diesen erreichen, treten zwischen ihnen glatte Muskelbündel als *M. palpebralis lateralis* auf. Entsprechend dem Fornix conjunctivae laufen die mittleren Lamellen der fibroelastischen Platte in das Lid und bilden daselbst das subconjunctivale Bindegewebe, während die inneren Lamellen, die aus dicht aneinander liegenden fibrösen Bindegewebsbündeln bestehen, unter die Conjunctivae bulbi ziehen und während ihres ganzen Verlaufes nur wenige elastische Fasern aufweisen. Unmittelbar unter dem Fornix conjunctivae selbst liegt nur sehr lockeres Bindegewebe.

Wo die mittleren Lamellen vor dem Fornix in die Commissura palpebrarum lateralis einstrahlen, treten zwischen ihnen und auch als deren Fortsetzung quergestreifte Muskelbündel auf, welche wahrscheinlich als zugehörig zur Pars ciliaris des *M. orbicularis oculi* aufzufassen sind. Sie ziehen im subconjunctivalen Gewebe bis zum Lidrande. An Schnitten, an welchen nicht bloss die Commissura palpebrarum lateralis im eigentlichsten Sinne, sondern auch noch der Randteil des oberen oder unteren Augenlides getroffen ist, liegen diese quergestreiften Muskelbündel als ein sehr breites Band in der direkten Fortsetzung des *M. palpebralis lateralis* und sind von ihnen nur durch wenige Bindegewebslamellen der mittleren Schichte getrennt. Ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen trifft man beim *Mandrill* (*Cynocephalus mormon*) an.

Feinere Untersuchungen über die Beziehung des elastischen Gewebes zu den geraden Augenmuskeln und den glatten Lidmuskeln.

Über Verbindungen des elastischen Gewebes mit glatten Muskelfasern, finden sich gerade in jüngster Zeit mehrere Angaben in der Literatur, von welchen aber nur wenige das Ineinandergreifen von zwei so verschiedenartigen Geweben eingehend würdigen, und bei verschiedenen Autoren stimmen diesbezügliche Angaben nicht immer überein.

Dies dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass gerade Stellen, wo glatte Muskelfasern in elastisches Gewebe sich fortsetzen, im tierischen Körper nicht zu häufig sind. Ein derartiger Zusammenhang scheint zunächst an den Enden der *Mm. arrectores pilorum* aufgefallen zu sein. Wenigstens finden sich darüber die meisten Angaben. So verbindet sich nach K. Bauer¹⁾ der *M. arrector pili* einerseits mit dem elastischen Faserkorb, der die Talgdrüsen einschliesst, anderseits ist er nur durch elastische Fasern mit der Haut verbunden. An mit Orcein gefärbten Schnitten zeigen die Zipfel der Hautenden im Querschnitte zahlreiche quergetroffene dickere Fasern im Inneren, die Peripherie bilden eine ein- oder mehrfache Lage rotbraun gefärbter Elemente. Das Haarende des Muskels setzt sich nach K. Bauer mit feinen elastischen Faserchen an den Follikel an. Bezüglich des feinen Zusammenhanges des elastischen Gewebes mit dem glatten Muskelgewebe erklärt K. Bauer, dass die glatten Muskelfasern von einem feinsten Netze elastischer Längsmaschen umstrickt sind. Die darauf sich sammelnden gröberen elastischen Bündel halten die jeweilige Richtung der Muskelfasern, von welchen sie kommen, ein. Desgleichen erwähnt F. Hesse,²⁾ nur nicht so genau wie K. Bauer, zahlreiche elastische Fasern in den Haarbalgmuskeln des Menschen. An Querschnitten findet er zwischen den Muskelzellen immer feine Punkte, welche quergetroffene elastische Fasern darstellen.

Das Vorkommen von glatter Muskulatur und elastischem Gewebe nebeneinander in der Harnblase, *Pars prostatica urethrae* und Milz wurde schon von Kölliker³⁾ betont. Von elastischen Sehnen der glatten Muskelbündel sprechen P. Schiefferdecker und A. Kossel⁴⁾. Nach diesen endigen glatte Muskelbündel im Bindegewebe vermittelt sogenannte elastische Sehnen, d. h. elastische Fasernetze umspinnen die Bündel. Auf das gleichzeitige Vorkommen von glatter Muskulatur

¹⁾ K. Bauer, Beiträge zur Kenntnis der Talgdrüsen der menschlichen Haut. Morphologische Arbeiten. III. Bd., S. 443.

²⁾ F. Hesse, Zur Kenntnis der Hautdrüsen und ihrer Muskeln. Zeitschrift f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. II. Bd., S. 276, 279.

³⁾ v. Kölliker, Beiträge zur Kenntnis der glatten Muskeln. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. I, S. 48.

⁴⁾ P. Schiefferdecker und A. Kossel, Gewebelehre. Abt. I. Bd. II. 1891. S. 112.

mit elastischem Gewebe in den Blut- und Lymphgefäßen, dem Vas deferens, dem Ureter, in der Zunge, dem Ciliarkörper macht auch Smirnow¹⁾ nachdrücklichst aufmerksam. Er beschreibt in diesen Gebilden eine besonders hochgradige Anhäufung von elastischem Gewebe, dessen Fasern einerseits den einzelnen glatten Muskelzellen eng anliegen und sie umflechten. In der Muscularis externa des Katzenmagens bilden die elastischen Fasern um die einzelnen glatten Muskelzellen herum ein elastisches Netz mit Schlingen, die durchaus nicht immer der Längsachse der glatten Muskelzellen parallel verlaufen. Auch nach C. Toldt²⁾ laufen mitunter glatte, mehr weniger selbständige Muskelbündel in feine Sehnen aus, welche fast ganz aus elastischen Fasern zusammengesetzt sind. Auf einen innigen Zusammenhang zwischen elastischem Gewebe und quergestreifter Muskulatur machte das erstemal Czermak³⁾ aufmerksam. Die von ihm beim Frosch entdeckten Inscriptiones elasticae bestehen aus kurzen, dichtgedrängten, netzförmig anastomosierenden elastischen Fasern und scheinen in die glatten, hautartigen Sehnen der Bauchmuskeln eingewebte Bänder zu sein. Nach ihm geht das Perimysium und das Sarkolemma der quergestreiften Muskelfasern kontinuierlich in feingestreiftes, mit Kernen reich durchsetztes Bindegewebe über. Nahe den Muskelfaserenden aber verlieren sich die angehäuften Kernbildungen und die feine geradlinige Längsstreifung des Bindegewebes wird ziemlich plötzlich dichter, hier und da wellig und dunkler, und findet endlich in den scharfen Konturen der dichtgedrängten elastischen Fasern seine Fortsetzung. Genauere histologische Untersuchungen über diese Inscriptiones elasticae stellte R. H. Kahn⁴⁾ an. Nach Kahn setzt sich das in die Sehnen der Bauchmuskulatur von Fröschen eingelagerte elastische Gewebe teils aus Bündeln langer ungeteilter, in der Verlaufsrichtung der Muskelfasern liegender, teils aus Geflechten kurzer, unregelmässig angeordneter

¹⁾ A. E. Smirnow, Über die Beziehungen zwischen dem Muskel- und elastischen Gewebe bei den Wirbeltieren. Anat. Anz. Bd. XIV, Nr. 23. 1899.

²⁾ C. Toldt, Lehrbuch der Gewebelehre. 1. Aufl. S. 429.

³⁾ Joh. Nep. Czermak, Über die in den Sehnen der schiefen Bauchmuskeln bei Fröschen vorkommenden „Inscriptiones elasticae“. Gesammelte Schriften. I. Bd. 2. Abt.

⁴⁾ R. H. Kahn, Über die in den Sehnen der schiefen Bauchmuskeln bei Fröschen vorkommenden „Inscriptiones elasticae“. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 57. 1901.

elastischer Fasern zusammen. Die Verbindung der einzelnen Muskelfasern mit den dazugehörigen Bündeln elastischer Fasern erfolgt gewöhnlich durch Bindegewebe. „Es macht den Eindruck, als ob das Bindegewebe der Insertionsstelle der Sehne als Gerüst durch den elastischen Streifen sich fortsetzte, um sich mit der Muskulatur zu verbinden. Die konischen Enden der Muskelfasern sind von den Strängen des Bindegewebes derartig umfasst, dass es nicht möglich ist, den Übergang des einen in das andere Gewebe genauer wahrzunehmen. In diesem Gewebe sind einzelne elastische Fasern bemerkbar, welche sich direkt an die Muskelfasern anlegen. Viel seltener treten Bündel elastischer Fasern bis an die Muskelfasern heran und treten in direkte Beziehung zu denselben. Durch vielfache Verästelung und Anastomosenbildung entsteht gleichsam ein elastischer Korb um die Muskelenden.“

Endlich bringt Smirnow¹⁾ in einer vorläufigen Mitteilung nebst dem Hinweis auf die Anwesenheit von elastischem Gewebe in den Sehnen glatter Muskeln die wertvolle Nachricht, dass die Herzmuskeln an ihren Ansatzstellen eine grosse Menge elastischer Fasern besitzen.

Aber auch die quergestreiften Zungen-, Lippen-, Haut- und Wangenmuskeln haben nach Smirnow Sehnen, die ausschliesslich aus elastischen Fasern bestehen oder vorwiegend solche enthalten.

Während also die erstgenannten Autoren bloss auf bemerkenswerte Beziehungen zwischen glatter Muskulatur und elastischem Gewebe aufmerksam machten, ist es das Verdienst der letzteren, ähnliche Beziehungen auch zwischen quergestreifter Muskular und elastischem Gewebe nachgewiesen zu haben. Ist es an und für sich schon interessant, dass sich zwei im histologischen Aufbau total voneinander verschiedene Muskelgewebe in derselben Weise zum elastischen Gewebe verhalten, so mag es noch interessanter erscheinen, dass im Augenmuskelapparate der Säugetiere beide Arten der erwähnten Gewebeverbindungen nebeneinander vorkommen. Fast möchte es scheinen, als ob das elastische Gewebe und kein anderes berufen wäre, wenn es gilt quergestreifte Muskulatur mit glatter in Verbindung zu setzen. So konstant ist sein Auftreten in dem zwischen den geraden Augen-

¹⁾ l. c.

muskeln und den glatten Lidmuskeln sich befindenden Bindegewebe. Aus diesem Grunde halte ich die Insertionen des *M. palpebralis* (*tarsalis*) ganz besonders geeignet, um Beobachtungen über das Ineingreifen von elastischem Gewebe mit Muskelgewebe anzustellen.

Eigens hierzu angefertigte Schnitte lieferten die nachstehend beschriebenen Bilder.

Wenn wir zunächst die Beziehungen des glatten Lidmuskels zu dem an seinen beiden Enden sich vorfindenden elastischen Gewebe in das Auge fassen, so hat es bei schwacher Vergrößerung den Anschein, als ob die massig und dicht angeordneten elastischen Fasern plötzlich aufhören und an ihre Stelle glatte Muskelfasern treten würden. Nimmt man aber eine stärkere Vergrößerung zu Hilfe, so zeigt sich bald, dass beide Gewebe eigentlich in einem recht innigen Zusammenhange miteinander stehen (Fig. 3). Dicke elastische Fasern (*a*) bilden miteinander ein wirres, dichtes Netz, zwischen dessen Lücken feine leimgebende Bindegewebsfasern und -Bündel (*b*) gelegen sind. Aus dem Netzwerke dicker elastischer Fasern treten einzelne am Übergange zur Muskulatur heraus und dringen, indem sie sich dichotomisch in immer feinere Fasern (*d*) teilen, zwischen die glatten Muskelfasern des *M. palpebralis* (*tarsalis*) ein. So kommt eine besenförmige Ausstrahlung des elastischen Gewebes in die Muskulatur zustande. Die feinsten elastischen Fäserchen dringen ziemlich weit zwischen den glatten Muskelfasern hinein und scheinen frei zu endigen, indem sie mit den Bindegewebshüllen der Muskelfasern in Kontakt treten, ein direkter Übergang in die Muskelfasern findet nicht statt. An der Stelle, wo die glatten Muskelfasern an das elastische Netzwerk anstossen, ist zwischen den aus dem Netzwerke heraustretenden groben elastischen Fasern gelegenen Zwischenräumen und den glatten Muskelfasern leimgebendes Bindegewebe reichlich vorhanden.

Dieses Bindegewebe steht einerseits mit den Bindegewebshüllen¹⁾ der glatten Muskelfasern des *M. palpebralis*, andererseits mit den in den Lücken des elastischen Netzwerkes befindlichen Bindegewebsbündeln in direktem Zusammenhange. Auf diese Weise scheint das elastische

¹⁾ *J. Schaffer*, Zur Kenntnis der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung. Zeitschrift f. wissenschaft. Zool. Bd. 66. 1899. S. 214.

Gewebe in den Endsehnen des *M. palpebralis* den Zweck zu erfüllen, die bindegewebige Sehne des Muskels zu verstärken. Demnach wäre das anatomische Bild als eine überaus innige Verschlingung von glatter Muskulatur und leimgebendem Bindegewebe einerseits und elastischem Gewebe andererseits aufzufassen.

Eine höhere Beachtung ist den Beziehungen von elastischem Gewebe und der quergestreiften Muskulatur der geraden Augenmuskeln zu schenken: denn diesen scheint ausser in den erwähnten Mitteilungen von Czermak, Kahn und Smirnow keine besondere Würdigung noch widerfahren zu sein. Ihre Beobachtungen werden durch das Vorkommen von elastischem Gewebe an den geraden Augenmuskeln vermehrt. Feinere mikroskopische Präparate lassen folgende Details über den Zusammenhang zwischen quergestreifter Muskulatur und elastischem Gewebe erkennen:

An der Aussenfläche der vorderen Hälfte der geraden Augenmuskeln bemerkt man ein mehr oder weniger dichtes elastisches Gewebe in Gestalt einer Platte.

Dasselbe besteht aus sich durchflechtenden Fasern, welche zum grösseren Teile in spitzem Winkel, zum kleineren Teile in stumpfem oder rechtem Winkel aneinander treffen oder gar parallel zueinander liegen. Von der Innenfläche dieser den geraden Augenmuskeln dicht aufliegenden elastischen Platte dringen Bündel zwischen die Muskelbündel der geraden Augenmuskeln hinein.

Die zwischen die Muskelbündel eindringenden dickeren elastischen Fasern (Fig. 4, *a*) spalten sich zunächst in dünnere und lösen sich endlich besenförmig zwischen den Muskelfasern auf. Die feinsten elastischen Fasern hören gewöhnlich wie abgeschnitten auf (*b*) oder sie setzen sich zwischen den Muskelfasern als feinste Fäserchen fort, bis sie sich schliesslich jeder Beobachtung entziehen.

Ein direkter Zusammenhang der elastischen Fasern und der kontraktilen Muskelzellen besteht nicht. Ebenso wie den gröberen elastischen Fasern fibrilläres Bindegewebe beigemischt ist, sind auch die feinsten elastischen Fasern reichlich mit leimgebenden Fasern vermengt, welche zumeist einen welligen Verlauf zeigen. Während sich bei den meisten Tieren die Verkettung des elastischen Gewebes mit

dem quergestreiften Muskelgewebe in der eben geschilderten Weise darstellt, dass die elastischen Fasern schräg zur Richtung der Muskelfasern besenförmig zwischen die Muskelbündel einstrahlen, wird sie beim *Aguti* (Fig. 5) noch verwickelter. Bei diesem kann man ungefähr in der Mitte der geraden Augenmuskeln durch ihre ganze Dicke hindurch zwischen den einzelnen Muskelfasern wellig verlaufende elastische Fasern sehen, welche aber auch untereinander durch feinere Quersprossen in Verbindung stehen und so überaus feine Netze (*a*) um die einzelnen Muskelfasern bilden. Durch diese Umstrickung der Muskelfasern durch die elastischen Fasern wird der Zusammenhang beider fast unzertrennbar.

Aus dieser Darlegung ist die äusserst innige Verschlingung von elastischem Gewebe und quergestreifter Muskulatur ebenso einleuchtend, wie zwischen dem glatten *M. palpebralis* und dem elastischen Gewebe. Auch hier scheint die Anwesenheit von elastischem Gewebe von ähnlicher Bedeutung zu sein. Nichtsdestoweniger erscheint das Auftreten von elastischem Gewebe zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur höchst sonderbar und erinnert sehr an die Mitteilungen Smirnows, welcher beobachtete dass *„in allen den Fällen, in denen die quergestreiften Muskelfasern nicht in direkte Beziehung zum knöchernen oder knorpeligen Skelett treten, in denen sie sich an andere mehr weiche Formen des Bindegewebes anheften, ihre Sehnen aus rein elastischem Gewebe bestehen, oder ihnen wenigstens eine mehr oder weniger grosse Menge elastischer Fasern beigemengt ist.“*

Smirnow vermutet in diesen anatomischen Tatsachen den Ausdruck eines neuen anatomischen Gesetzes.

Da das Auftreten von elastischem Gewebe als Bindemittel zwischen den quergestreiften geraden Augenmuskeln und den glatten *Mm. palpebrales* beim Menschen und vielen Säugetieren so konstant ist, so wäre der Satz Smirnows von dem Vorkommen elastischen Gewebes an Muskulatur dahin zu erweitern, dass überall dort, wo quergestreifte und glatte Muskulatur miteinander im Zusammenhange stehen, dieser durch fibroclastische Sehnen hergestellt wird.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein geltende Bezeichnungen.

<i>c.</i> = Cornea.	<i>m. r. i.</i> = <i>M. rectus inferior.</i>
<i>i.</i> = Iris.	<i>o. i.</i> = <i>M. obliquus inferior.</i>
<i>m. o.</i> = <i>M. orbitalis.</i>	<i>p. i.</i> = <i>Palpebra inferior.</i>
<i>m. p. i.</i> = <i>M. palpebralis (tarsalis) inferior.</i>	<i>p. n.</i> = <i>Palpebra nictitans.</i>
<i>m. r.</i> = <i>M. retractor bulbi.</i>	<i>s.</i> = <i>Sclera.</i>

- Fig. 1. Halbschematischer Sagittalschnitt durch das untere Augenlid, die untere Bulbushälfte, den *M. retractor bulbi*, den *M. rectus inferior*, den *M. obliquus inferior* und den *M. orbitalis* eines Fuchskusu; Formalin; Resorcin-Pikrinsäure-Säurefuchsin. Vergr. 4.5. *a* = stärkere elastische Fasern in den oberflächlichen Schichten des *M. r. i.*; *b* = elastische Platte an der Aussenfläche des *M. r. i.*; *d* = elastische Fasern an der Endstelle des *M. p. i.* in der *p. i.*
- Fig. 2. Derselbe Sagittalschnitt durch das Auge eines Aguti; Härtung, Färbung und Vergrößerung dieselbe; Bezeichnung wie in Fig. 1.
- Fig. 3. Das elastische Gewebe an dem einen Ende des *M. p. i.* eines Löwen; Formalin; Resorcin-Pikrinsäure-Säurefuchsin. Vergr. 400. *a* = dicke elastische Fasern; *b* = leimgebendes Bindegewebe; *d* = feinste zwischen den glatten Muskelfasern liegende elastische Fasern.
- Fig. 4. Die besenförmige Ausbreitung dickerer elastischer Fasern der Ursprungssehne des *M. p. i.* zwischen den Muskelfasern des *M. r. i.* eines Fuchskusu. Formalin; Resorcin-Pikrinsäure. Vergr. 300. *a* = dickere, oberflächlichere elastische Fasern; *b* = *d* = feine elastische Fäserchen.
- Fig. 5. Elastische Fasernetze in der Tiefe des *M. r. i.* eines Aguti. Formalin; Resorcin-Pikrinsäure. Vergr. 400. *a* = elastische Fasernetze um die Muskelfasern des *M. r. i.*

Re f e r a t e.

Von

C. Pellanda (Lyon).

Testut, L., professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de l'Université de Lyon, et **O. Jacob**, Médecin-Major de l'armée, Professeur agrégé au Val de Grâce. *Traité d'anatomie topographique avec applications médico-chirurgicales.*

Le premier volume de ce traité, paru l'année dernière, comprenait l'étude de la *tête*, du *cou*, et du *thorax*. Le premier fascicule du tome deuxième est entièrement consacré à l'anatomie de l'abdomen et du bassin. Ce volume, dont la date d'apparition est récente, s'inspire des mêmes principes qui ont guidé les auteurs dans la rédaction du tome premier. C'est dire qu'on y voit réalisé ce double idéal. être *complet*, être *moderne*. Peu de publications anatomiques ou chirurgicales exclusivement comportent un pareil luxe de détails dans la rédaction du texte ou dans l'illustration. Aucun traité anatomo-chirurgical, aucun des traités d'anatomie topographique classiques dans les Facultés françaises n'offre la même richesse de renseignements. Les figures y sont très nombreuses. Les unes purement *schématiques* ont pour objet de rendre immédiatement intelligibles au lecteur la description d'un procédé chirurgical plus ou moins compliqué, le mode de développement d'un organe, ou la formation d'une région. Tout ce qui a trait à la chirurgie de l'estomac, de l'intestin, des voies biliaires, au mode de formation des aponévroses pelviennes se trouve ainsi abondamment pourvu. Un plus grand nombre d'illustrations correspond à la reproduction fidèle de préparations cadavériques. Des sections de lames péritonéales, la transparence fictive donnée à certains feuillets, sans enlever à la préparation son caractère *réaliste*, rendent facilement intelligible le mode de disposition parfois fort compliquée des lames séreuses autour des viscères abdominaux. Voir à ce propos les chapitres consacrés à l'estomac, au pancréas, à la rate, aux voies biliaires. Enfin au point de vue *applications chirurgicales*, les auteurs dans le texte comme dans l'illustration se sont efforcé d'être parfaitement complets. Rien n'y manque, et l'on ferait aisément un traité de médecine opératoire abdominale avec les seuls renseignements contenus dans ce volume. Tout ce qui a trait au rein, à l'uretère, et surtout aux organes génitaux de l'homme et de la femme constitue une mise au point admirable de la science contemporaine. Il s'agit là d'un livre qui datera dans la littérature médicale, et demeurera de longtemps le modèle de tout traité d'anatomie topographique qui veut être *utile*. Complet au point de vue anatomique, moderne au point de vue chirurgical, il tiendra dignement sa place à côté du célèbre *Traité d'anatomie descriptive* du professeur Testut, dont tant d'éditions françaises, tant de traductions étrangères ont fait apprécier du monde médical, les qualités de clarté, de méthode et de précision.

Contributo alla conoscenza della distribuzione ed espansione dei nervi nella Milza di alcuni Vertebrati.

Dott. Alfonso Ruffini,

Vice-Direttore del Manicomio Provinciale di Ascoli-Piceno in Fermo.

(Con Tav. XIII, XIV.)

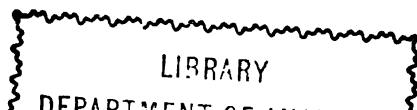
Questo mio modesto lavoro, terminato nel 1900, e nello stesso anno comunicato alla Società Medico-Chirurgica di Bologna nella tornata del 19 Aprile, vede solamente oggi la luce per ragioni affatto indipendenti dalla mia volontà.

Quando ne diedi comunicazione alla Società medica di Bologna, queste mie ricerche portavano il titolo: „Distribuzione dei nervi e loro terminazione nella Milza di Cavia, Rana, Salamandra e Pipistrello“; ho creduto poi di modificarlo per ragioni che si rileveranno in appresso.

Lo studio della disposizione e del modo di espandersi dei nervi nella milza non si può dire certamente completo. Molte questioni restano ancora a risolvere, e tra esse precipuamente quella che riguarda la disposizione degli stessi nervi nelle diverse classi dei vertebrati, e specialmente dei vertebrati inferiori.

Porre a confronto quanto si osserva nelle milze dei mammiferi ed in quelle di alcuni bassi vertebrati, forma lo scopo precipuo di queste mie modeste ricerche. Quindi è che fra gli Anfibi esaminai alcuni Urodeli (Triton cristatus), ed alcuni Anuri (Rana esculenta); fra i Mammiferi placentali scelsi un Rosicante (Cavia cobaya); ed un Chirottero (Vespertilio murinus).

Prima di passare alla descrizione di quanto io stesso ebbi ad osservare, credo opportuno dare un rapido sguardo alla letteratura dell'argomento.



Fr. Schweigger-Seidel e W. Müller ammisero che le fibre nervose nella milza degli Uccelli, dei Carnivori e dell'Uomo terminassero in speciali organi ovoidali.

Heinrich Ocken si occupò solo della struttura delle fibre nervose della milza.

Rattone comunicò alla R. Accademia di Medicina di Torino, nello scorcio del 1888, una notà, in cui annunciava la scoperta di una rete nervosa nello spessore del parenchima della milza. Però nel 1889 Giovanni Martinotti dimostrò in modo assai evidente come la rete, che il Rattone reputava nervosa, fosse invece di natura elastica.

Retzius vide, col metodo di Golgi, che i nervi, nella milza di cane e di topo, seguono le arterie; essi con le loro ramificazioni formano un elegante intreccio lungo il tragitto arterioso, dove finiscono con terminazioni libere, o con una pallottolina. Nella polpa osservò solo qualche ramo nervoso (mai fasci di fibre), che termina ramificandosi. Egli, come il Billroth, cercò invano le cellule gangliari; quest'ultimo autore però non potè mai trovare alcuna forma di terminazione delle fibre.

Köl liker vide i nervi nella polpa splenica e nella membrana media vasale delle arterie. Riscontrò terminazioni nervose, mai cellule gangliari.

Fusari usò la colorazione nera del Golgi, e vide nella milza di Ratto e di Vitello che la polpa è provvista di abbondanti nervi. i quali si internano numerosi nei corpuscoli di Malpighi, cedendovi delle ramificazioni. Secondo l'A. i nervi del parenchima splenico sono anche in rapporto col ricco plesso nervoso proprio della parete delle arterie, su cui terminano in piccoli rigonfiamenti a pallina, oppure in altri rigonfiamenti più grossi, irregolari, provvisti di appendici. Trovò pure, in pochi casi, *cellule nervose poligonali*, piccole, provvedute di quattro o cinque prolungamenti, tutti in relazione con le fibre nervose.

Ebner (come ha scritto nel trattato del Köl liker) anch'egli con la colorazione nera del Golgi, potè vedere, nella milza di pecora e di bove, che i nervi, consistenti in scarsi fasci midollari e relativamente molti fasci di Remak, vengono dal plesso che circonda l'arteria

della milza con due o tre tronchi, e si continuano nell'interno dell'organo ora con uno, ora con due rami, qui e là congiungentisi sulle arterie. L'A. non descrive la forma delle terminazioni nervose, pure avendole riscontrate. Non vide mai cellule gangliari.

Rina Monti studiò, col metodo Golgi, i nervi nella milza degli Uccelli, e descrisse:

1. fibre che si distribuiscono in gran numero ai vasi sanguigni e terminano nelle loro pareti con tipici gruppi di pallottoline;

2. nervi che si espandono nel parenchima, dove si ramificano con legge dicotomica, presentano rare anastomosi e terminano in parte nella polpa splenica, in parte nei corpuscoli del Malpighi, con numerose e svariate forme di terminazioni libere;

3. lungo i nervi splenici si trovano numerosi rigonfiamenti e varicosità, non mai cellule nervose.

Studiò anche i numerosissimi nervi, che, attraversando il parenchima dell'organo, arrivano alla capsula, e mettono capo ai diversi componenti di questa.

A. Corti ha recentemente pubblicato una Nota sulla „Minuta distribuzione dei nervi nella milza dei Pipistrelli nostrali.“

Il Dott. Corti, sebbene ignorasse completamente le mie ricerche sui Pipistrelli, rese note ben tre anni avanti, tuttavia ottenne dei risultati, che collimano perfettamente con i miei.

Il Corti però non fa menzione alcuna delle espansioni delle fibre nervose dentro la polpa e sulle pareti vasali. Nei preparati che egli ottenne „fu assoluta l'assenza dei corpi cellulari“.

Per le mie ricerche ho adoperato, con buono esito, il metodo al nitrato d'Argento di Golgi, modificato da Ramòn Cajal.

Tale metodo mi ha fatto vedere come nella milza dei vertebrati, da me presi in esame, i nervi siano molto simili, tanto nel modo di diramarsi nella polpa splenica, ed attorno ai vasi, quanto nel modo di espandersi; pur tuttavia dall'uno all'altro vertebrato osservai delle variazioni, che mi studierò di rilevare più chiaramente che mi sarà dato fare.

Dopo i recenti studi sul sistema nervoso, e specialmente sul sistema nervoso periferico, non essendo più esatto parlare di *ter-*

minazioni nervose, ho adottato la dicitura di *espansioni nervose*, proposta da mio fratello. Ho chiamato *apparenti terminazioni* quei punti oltre i quali non si è riuscito dimostrare la continuità anatomica della fibra nervosa, e per essi devono intendersi i caratteristici rigonfiamenti rotondi terminali delle sottili fibre nervose.

Adoperando il metodo alla colorazione nera, tali rigonfiamenti si rinvengono sempre costanti sulla parete dei vasi e dentro la polpa; e ciò in tutti gli animali.

Questo modo di comportarsi delle fibre nervose, per quanto da ritenersi oggi apparente, fu tuttavia dimostrato anche da quasi tutti gli Autori ricordati, i quali, adoperando lo stesso metodo, posero in evidenza i medesimi rigonfiamenti terminali a bottoncino.

Triton cristatus.

Nella milza di Triton i nervi sono abbondanti; penetrano per l'ilo, e si distribuiscono sui vasi, nella polpa e nei corpuscoli di Malpighi.

Le *fibre* presentano dimensioni variabili; predominano quelle di calibro piccolo; sono molto contorte, ed alcune con decorso a zig-zag assai stretto (Fig. 5). Sono provviste di rigonfiamenti non molto numerosi, e localizzati quasi sempre all'apice delle curve strettissime, che vanno formando nel loro bizzarro decorso.

La suddivisione di queste fibre nervose è dicotomica, ed in corrispondenza del punto di distacco, la fibra stessa presenta un rigonfiamento quasi sempre triangolare.

I *vasi* di calibro più grande presentano la tunica provvista di un discreto numero di fibre nervose con rare suddivisioni e con decorso a preferenza parallelo allo stesso vaso (Fig. 1, 4). Queste fibre mostrano spesso varicosità, e si espandono sulla parete vasale o con piccole pallottoline, o appuntite (Fig. 1, 7). Tutti i piccoli vasi invece sono provvisti di una finissima rete nervosa, che in alcuni è anche discretamente ricca.

La rete sulla polpa è piuttosto rilevante, e data principalmente da rami, che si staccano dai nervi perivasali. Essa però non è continua e regolare, ma alla sezione si mostra tutta spezzettata

(Fig. 2), fatto probabilmente dovuto al decorso molto ondulato delle fibre.

Numerosi ramuscoli circondano i corpuscoli malpighiani, ma raramente si internano in essi. Si notano qua e là espansioni ad una o due pallottoline (Fig. 3).

Rana esculenta.

In questo anfibio i nervi della milza sono molto scarsi, e quei pochi vi penetrano per l'ilo.

Le fibre qui si comportano come si vedrà più innanzi per la Cavia (Fig. 14 a, b, c).

Vi si rinvencono pochissimi vasi, di cui solo i più grandi sono rivestiti da una rete nervosa poco fitta (Fig. 9); le piccole fibre apparentemente terminano sulla loro parete in varia guisa, o con una pallottolina, o con un sottile filamento che fa subito seguito ad essa, oppure anche senza apparente terminazione (Fig. 10).

I più piccoli vasi hanno, quando non ne sono sprovvisti, una o due sole esili fibre.

Per quante milze di Rana abbia io sezionato, non mi fu mai possibile vedere i nervi sulla polpa, ad eccezione di qualche rara e corta fibrilla isolata. Non sono però persuaso che l'assenza di un fine reticolo nervoso nella polpa splenica della Rana sia da attribuire ad una mal riuscita reazione.

Cavia cobaya.

Nella milza di Cavia i nervi si rinvencono in grande abbondanza. Penetrano per l'ilo dell'organo, e vanno poi a distribuirsi nella polpa, sulla parete vasale e nei corpuscoli del Malpighi.

Le fibre sono di diverso calibro, e, nel loro ondulato decorso, presentano frequenti varicosità, le quali a volte sono in discreto numero e talmente ravvicinate tra di loro, che, come scrive R. Monti, „danno alla fibrilla nervosa l'aspetto di una coroncina di perle“ (Fig. 17).

La suddivisione delle fibre si fa dicotomicamente, e nel punto di biforcazione si nota un ingrossamento, che per lo più è di forma triangolare (Fig. 11).

I vasi, piuttosto abbondanti, sono rivestiti da una rete nervosa a maglie fittissime (Fig. 6, 12), le cui fibre, intrecciantisi senza regola fissa, danno rigonfiamenti quasi sempre rotondi; e, dopo varie suddivisioni, vanno ad espandersi con una o due pallottoline sulla parete del vaso stesso (Fig. 17).

Questa rete si riduce man mano che il vaso volge verso la sua terminazione, in modo che nei vasi più piccoli, con parete ancora distinguibile, l'intreccio è ridotto alla presenza di pochissime fibre nervose.

L'innervazione della polpa è data da rami che si staccano dalle reti perivasali, e dalle diramazioni di fasci nervosi, provenienti dall'ilo, che si anastomizzano tra di loro (Fig. 18).

Siffatte fibre, talora parallele, talora accavallantisi, seguono per lo più le trabecole connettivali.

Alcune, suddividendosi, circondano i corpuscoli del Malpighi, altre si internano in essi, ed apparentemente vi si terminano o appuntite o con una pallottolina. Ho trovato quasi costante una ricca rete attorno al vaso centrale dei corpuscoli (Fig. 15); essa è costituita da alcuni filamenti nervosi della rete della polpa, i quali, raggruppandosi in esili fascetti, si dirigono alla volta dei corpuscoli, vi penetrano, e vanno poi ad avvolgere il vaso centrale, senza mai dare diramazioni nel loro decorso dentro al corpuscolo stesso.

Vespertilio murinus.

La reazione ottenuta nella milza di questo animale ha chiaramente messo in vista come i nervi esistano in discreta copia, ed abbondino più sui vasi che sulla polpa.

Il modo con cui qui si comportano le fibre è identico a quello che sopra ho descritto per la *Cavia*, con la differenza però che nel *Pipistrello* sono meno frequenti le varicosità lungo il decorso della fibra.

I vasi si rilevano in discreto numero; sono anzi che no di piccolo calibro, tutti rivestiti di rete nervosa piuttosto ricca e costituita di fibre, che si intrecciano in modo svariato (Fig. 13). Dette fibre vanno sovente ad espandersi sulla tunica vasale con una pallottolina; il più delle volte però questa manca, ed allora la fibra è appuntita (Fig. 16, 20).

La rete sulla polpa (Fig. 19) è piuttosto ricca, ed è quasi esclusivamente costituita da rami che si dipartono direttamente dall'ilo, e che, nel loro decorso, prediligono le trabecole connettive.

Alcune di esse fibre, in fascetti di due o tre, si dispongono perifericamente al corpuscolo di Malpighi (Fig. 21); altre, provenienti anche dalle reti perivasali, penetrano in esso corpuscolo, e direttamente vanno ad involgere il vaso centrale (Fig. 20). Quest'ultimo fatto si osserva assai di frequente e con molta evidenza nei miei preparati sul Pipistrello.

Le espansioni sulla polpa sono a pallottolina (Fig. 8).

In nessuna delle numerose sezioni di milza eseguite, mi è occorso di rilevare immagini, che possano farci pensare alla presenza di cellule piramidali nervose, che, secondo Fusari, si riscontrerebbero alcune volte lungo le fibrille nervose delle milze di Ratto e di Vitello; a meno che non si vogliano intendere per tali quelle masse triangolari che si osservano in corrispondenza delle diramazioni di due o più fibre, che talvolta riescono a simulare abbastanza bene la forma di una cellula piramidale nervosa.

Conclusione.

Riassumendo dunque i reperti delle mie osservazioni, e comparandoli con quelli di altri osservatori, possiamo dire:

1 — che la milza dei vertebrati, in genere è sufficientemente provvista di nervi;

2 — che essi negli Uccelli sono straordinariamente abbondanti in tutte le parti dell'organo;

3 — che la milza dei Mammiferi, in paragone di quella degli Anfibi, è più ricca assai di nervi, tanto di quelli che involgono i vasi, che di quelli che vanno a formare la rete nella polpa;

4 — che la milza degli Anfibi Anuri differisce da quella degli altri vertebrati, finora presi in esame, per la mancanza quasi assoluta dei nervi nella polpa e sulle pareti dei vasi piccoli, e per la scarsa loro presenza su quella dei grandi;

5 — che non esistono cellule nervose intercalate sul decorso delle fibre;

6 — che, specialmente nei vertebrati più elevati, si osserva sovente che il corpuscolo di Malpighi è attraversato, senza lasciarvi diramazioni, da una sottile fibra nervosa, proveniente dalla rete della polpa, diretta ad involgere la tunica vasale;

7 — che nei nervi della milza dei vertebrati esistono caratteri comuni, come il decorso serpiginoso delle fibre, le varicosità più o meno frequenti lungo il loro decorso, le apparenti terminazioni a pallottolina sulle pareti dei vasi e nella polpa.

Letteratura.

- Fr. Schweigger-Seidel, Untersuchungen über die Milz. Separatabdruck aus Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin. XXVII. Bd. 1863.
- Müller W., Über den feineren Bau der Milz.
- Ocken Heinrich, Mikroskopische Untersuchungen über die marklosen Nerven der Milz. 1875.
- Martinotti Giovanni, Le reti nervose del fegato e della milza scoperte dal Prof. G. Rattone. 1889.
- Retzius, Zur Kenntnis der Nerven der Milz und der Niere. Biologische Untersuchungen. Neue Folge. III. Stockholm 1892.
- Kölliker A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. III. Bd. von V. v. Ebner. VI. Aufl. Leipzig 1899.
- Fusari, Sul modo di distribuirsi delle fibre nervose nel parenchima della milza. Monit. Zool. Ital. Anno III, n. 7—8, 31 Agosto 1892.
- Monti Rina, Su la fina distribuzione e le terminazioni dei nervi nella milza degli Uccelli. Estratto dal Bollettino Scientifico, num. 4, anno 1898, e num. 1, anno 1899.
- Corti Alfredo, La minuta distribuzione dei nervi nella milza dei Pipistrelli nostrali. Monit. Zool. Ital. Vol. XIV. n. 10, 1903, pag. 247—251.

Spiegazione delle Tavole.

Triton cristatus.

- Fig. 1. Disposizione della rete nervosa perivasale, in sezione longitudinale, con qualche apparente terminazione a pallottolina. $\frac{3}{7*}$ Koristka.
- Fig. 2. Rete nervosa nella polpa splenica. $\frac{3}{5}$ Koristka.
- Fig. 3. Apparenti terminazioni a pallottolina nella polpa. $\frac{3}{7*}$ Koristka.
- Fig. 4. Sezione a tutto spessore di una milza, con rete nervosa a ridosso di un vaso proveniente dall'ilo. $\frac{3}{6}$ Koristka.
- Fig. 5. Corso a zig-zag di una fibra nervosa, con varicosità all'apice delle curve. $\frac{3}{7*}$ Koristka.
- Fig. 7. Rete nervosa perivasale in sezione trasversa con apparenti terminazioni a pallottolina e varicosità delle fibre. $\frac{4}{7*}$ Koristka.

Rana esculenta.

- Fig. 9. Come si comporta la rete nervosa sulla tunica di un vaso in sezione longitudinale. $\frac{6 \text{ comp.}}{4 \text{ mm.}} \frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 10. Rete nervosa con apparenti terminazioni a pallottolina su due vasi vicini in sezione trasversa. $\frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 14. Fibre nervose, che dimostrano: a = varicosità lungo il decorso; $b c$ = apparenti terminazioni a pallottolina nella polpa. $\frac{4}{7^*}$ Koristka.

Cavia cobaya.

- Fig. 6. Rete perivasale in sezione trasversa al vaso, e con fasci di fibre nervose, da cui si staccano filamenti, che vanno a costituire l'innervazione della tunica. $\frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 11. Apparenti terminazioni a pallottolina nella polpa. $\frac{4}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 12. Disposizione della rete nervosa sulla tunica di un vaso in sezione longitudinale al vaso stesso. $\frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 15. Fibra nervosa, che, penetrata in un corpuscolo di Malpighi, ne va ad involgere il vaso centrale. $\frac{8}{3}$ Koristka.
- Fig. 17. Rete perivasale, in sezione longitudinale al vaso, in cui si vedono le varicosità delle fibre nervose e le apparenti terminazioni a pallottolina. $\frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 18. Rete nervosa nella polpa splenica, con due sezioni di vasi. $\frac{8}{6}$ Koristka.

Vespertilio murinus.

- Fig. 8. Varie apparenti terminazioni a pallottolina nella polpa. $\frac{8}{7^*}$ Koristka.
- Fig. 13. Rete nervosa perivasale, in sezione longitudinale. $\frac{8}{3}$ Koristka.
- Fig. 16. Come è disposta l'innervazione di un vaso centrale di un corpuscolo del Malpighi, tagliato trasversalmente. $\frac{8}{3}$ Koristka.
- Fig. 19. Rete nervosa nella polpa splenica. $\frac{4}{3}$ Koristka.
- Fig. 20. Fibra nervosa, che penetra in un corpuscolo malpighiano, e che ne va ad involgere il vaso centrale, il quale vedesi in sezione trasversa. $\frac{4}{3}$ Koristka.
- Fig. 21. Disposizione dei nervi attorno un corpuscolo del Malpighi. $\frac{8}{3}$ Koristka.

Istituto Anatomico della R.^a Università di Siena.
Diretto dal Prof. S. Bianchi.

Contributo allo studio istologico dell'unghia.

Le espansioni nervose nel derma sottoungueale dell'uomo.

Dottor Giovanni Vitali,
Prosettore.

(Con Tav. XV.)

Le difficoltà della tecnica credo siano state la causa per cui il modo di comportarsi dei nervi nella loro ultima distribuzione nell'unghia rimase sconosciuto fino allo scorso anno.

Infatti anche nei più recenti trattati di Anatomia o non si fa menzione affatto di questa parte dell'istologia dell'unghia, o si confessa francamente che non è conosciuta. Un unico accenno lo troviamo soltanto nel trattato di istologia di Koelliker [5]. Ecco quanto egli dice: „Secondo Krause alcuni di essi (tronchi nervosi) penetrano nelle creste e terminano con corpuscoli tattili che ancora non mi è riuscito di vedere. Secondo Biesiadecki questi nervi nel corion del letto ungueale diventano amielinici, delle quali fibre in qualche caso se ne può seguire qualcuna fino alla superficie del corion.

La scarsa sensibilità dell'unghia alla pressione e l'ottusità del tatto di essa dimostra certamente che il numero dei nervi nel letto ungueale è molto minore che nella pelle circostante.“

H. Renaut [8] a questo proposito dice: „I nervi abbondantissimi formano profondamente dei fasci assai voluminosi e paralleli alle creste del letto. Ma tutta la regione ungueale, tanto il mantello che

il letto e l'angolo dell'unghia non presentano alcun corpuscolo del tatto. L'unghia è infatti un organo di difesa come i denti e, destinata avanti tutto a compiere una funzione meccanica, deve per esercitarla rimanere sprovvista d'organi del tatto, che male si prestano alle manovre di forza."

Iu soltanto nel 1904 che Dogiel [4] pubblicò un lavoro relativo all'argomento, e che contemporaneamente io alla R. Acc. dei Fisiocritici e poi subito in una nota preventiva riferivo i risultati delle mie ricerche a tal proposito, esponendo sommariamente tutte le forme di espansioni nervose da me riscontrate nel derma sottoungueale.

Lo studio di altre particolarità istologiche interessanti ch'io avevo notato nell'unghia, e che non riguardavano il sistema nervoso periferico, e le esigenze della scuola mi hanno trattenuto fino ad oggi dal far noti estesamente i miei reperti.

Dirò subito, come avevo già accennato nella mia nota preventiva, che essi collimano con quelli di Dogiel solo in parte, giacchè mentre per tale autore il derma sottoungueale sarebbe abbastanza povero di forme di espansioni nervose, in base alle mie ricerche posso con sicurezza affermare che esso nè è tanto ricco quanto il comune integumento.

Io mi sono valso di materiale cadaverico preso più fresco che fosse possibile. Durante le prime prove estirpavo l'unghia e poi escisso il derma sottoungueale, e tagliatolo in piccoli pezzetti vi facevo la reazione col cloruro d'oro secondo il metodo Ruffini [10]. Però dovei abbandonar questa via giacchè nelle papille e nelle creste, per trovarsi esse troppo bruscamente in contatto con l'acido, si aveva un'acidificazione troppo rapida e troppo forte, e la consecutiva aurificazione o non avveniva od era incompleta. Pensai allora di mettermi in condizioni tali che la reazione potesse avvenire come quando si eseguisce sulla pelle, e perciò escidendo il derma vi lasciavo attaccata l'unghia. In questa operazione mi tenevo lontano di qualche millimetro dal punto di passaggio dal letto ungueale al polpastrello, in modo cioè da sacrificare un po' del letto stesso; e le medesime precauzioni usavo in corrispondenza del solco periungueale, anche qui sacrificando un po' di derma sottoungueale, per esser sicuro di

eseguir poi la reazione solamente nell'ambito dell'unghia. Ridotte in piccoli pezzi le varie unghie così escisse, vi facevo sopra la reazione; e qualche volta dividevo il letto dalla matrice e facevo la reazione in vasetti separati.

Ho detto sopra che ho adoperato per le mie ricerche il cloruro d'oro secondo il metodo di Ruffini, con questa variante, che nella prima acidificazione il titolo dell'acido formico deve essere al 30%, giacchè usandolo a titoli più bassi il distacco dell'unghia dal derma sottostante avviene con molto ritardo, e perciò mentre la parte più alta del derma sottoungueale e le sue papille e creste (che s'acidificano dopo che l'unghia è stata allontanata per essersi sciolta la membrana basale) non sono ancora penetrati dall'acido, la parte inferiore ha già sofferto per una troppo lunga permanenza nell'acido formico.

Premesse queste notizie riassumerò subito il lavoro di Dogiel, e poi descriverò le espansioni nervose del derma sottoungueale come risultano dai miei numerosissimi preparati.

Il Dogiel distingue gli apparati nervosi del letto dell'unghia in capsulati e privi di capsula.

Della numerosissima serie dei primi egli ha riscontrato soltanto i Golgi-Mazzoni, che sono scarsi e posti principalmente negli strati profondi del derma, solo di rado negli strati superficiali, dove qualche volta possono trovarsi vicino alle papille.

Delle forme di espansioni nervose non capsulate ha ritrovato:

1. i gomitoli, che ritrova sia in tutti gli strati del derma sia anche nelle papille.

2. Le espansioni intrapapillari, rappresentate da reti amieliniche e da fascetti di fibre ad ansa, dai quali si staccano delle fibre semplici che possono penetrare nell'epitelio dove si terminano come reti intraepiteliali.

3. Le diramazioni terminali ad alberello. Queste sono le più numerose nello strato reticolare del derma, sono di varia grandezza e possono suddividersi in composte e semplici a seconda che è più o meno complicato l'intreccio dei rametti in cui si è sfibrillato il cilindrase; ed a seconda che vari di questi alberelli sono o no collegati fra di loro da diramazioni cilindrassiali.

Dogiel tanto negli uni che negli altri non ha potuto vedere dei nuclei e neppure della sostanza granulosa.

Per riguardo alla loro topografia dice che si ritrovano in tutti gli strati del letto dell'unghia perfino immediatamente sotto le creste epiteliali, dove hanno varia direzione, risultando posti o parallelamente o perpendicolarmente, od obliquamente rispetto al letto stesso. Nega poi che nelle creste epiteliali si ritrovino cellule di Merkel.

Io non posso dir nulla riguardo a quest'ultimo fatto, giacchè col metodo da me seguito, tutta la parte epiteliale viene ad essere staccata dal sottostante derma al quale perciò si son dovute limitare le mie ricerche.

Prima però di riferire su di esse credo conveniente accennare al modo come il derma sottoungueale si mette in rapporto col sovrastante epitelio.

Secondo la maggior parte dei trattatisti il derma dell'unghia è fornito di papille e di creste. Le prime sono situate in corrispondenza della radice, sono in generale piuttosto basse, e solo eccezionalmente molto lunghe, nel qual caso sono inclinate con la punta che guarda verso il margine libero dell'unghia (Bardeleben [26]). In corrispondenza della lunula è percorso da creste sottili e ravvicinate fra di loro, che mentre si portano verso la parte anteriore aumentano in altezza e diminuiscono di numero. Il numero di tali creste varia da 100—300. e mentre le più vicine alla linea mediana hanno una direzione rettilinea, quelle poste ai lati descrivono un arco con la concavità rivolta verso il centro dell'unghia per ripiegare in direzione longitudinale solo a qualche distanza dal margine (Rabl [6]). Quest'arco è naturalmente tanto maggiore quanto più ci si avvicina alla linea mediana.

Questa descrizione del modo di comportarsi delle creste e delle papille nel derma sotto ungueale non si attaglia però ad un numero molto grande di unghie.

Io ho esaminato col microscopio binoculare la faccia superiore del derma dopochè l'epidermide era stata staccata per mezzo della bollitura, in un numero considerevole di unghie, e mi sono potuto cominciare che non vi è (come dice anche Rabl) nessuna parte del corpo umano che presenti tanta varietà di forme nel suo aspetto esteriore. quanto questa di cui ci veniamo occupando.

Nella maggior parte dei casi, le cose stanno come ho più sopra riferito, con la sola aggiunta che qua e là senza un ordine fisso, dalla faccia superiore delle creste, o dai loro fianchi si sollevano delle rare papille, di piccole dimensioni le prime, più o men bene sviluppate le altre. In altri casi però le creste epiteliali a direzione longitudinale che l'epidermide invia nel sottostante derma, e che determinano la formazione delle creste dermiche, possono essere riunite fra di loro da creste trasversali, aventi la medesima profondità, e il derma perciò viene a presentare, anche nella parte anteriore, delle papille invece che delle creste (Blaschko [2].)

La superficie superiore delle creste può essere più o meno larga, alle volte quasi lineare, e ciò spiega la differente forma che ne presentano le sezioni trasversali. Allorchè le creste hanno la faccia superiore molto più stretta della base di impianto possono in sezioni trasversali farci pensare d'esser di fronde ad una papilla. Se noi l'esaminiamo però con un po' di attenzione, riconosciamo subito che, se si tratta della sezione trasversale di una cresta, i fasci di connettivo sono disposti in un modo tutto speciale a queste produzioni dermiche. In corrispondenza della parte più bassa della sezione i fasci del derma si presentano tagliati longitudinalmente e paralleli tra loro, con soltanto qualche fascicolo che decorre obliquo. In quella parte della sezione, che si riferisce alla cresta, i fasci connettivi sono invece tagliati trasversalmente e sono riconnessi a quelli del sottostante derma da delicati fascicoli, che dal derma salgono nella cresta intrecciandosi con i fasci ad essa propri. Questo modo di comportarsi del connettivo sta in rapporto con la costituzione delle creste stesse.

Esse infatti risultano, per la maggior parte, di fasci connettivali a direzione antero posteriore e di fasci perpendicolari in scarsa quantità che provengono dal derma sottostante.

Ho creduto opportuno di fare questa non lunga digressione sia perchè in qualche trattato moderno di anatomia microscopica (Szymonowicz [23]) non si accenna alle papille del derma sottoungueale; sia perchè, come dirò tra poco, le espansioni nervose delle creste sono molto differenti da quelle delle papille.

Nella descrizione delle espansioni nervose, prenderò prima in esame

le papille poi le creste ed in seguito il derma sottoungueale, non occupandomi del modo come i tronchi nervosi si comportano in questo perchè ciò è conosciuto da molto tempo. Esporrò prima le particolarità anatomiche, riserbandomi di fare le considerazioni che saranno del caso, solo in fine.

I. Espansioni nervose nelle papille.

Un gran numero di fibre tanto mieliniche che prive di guaina midollare, prendono parte nelle papille alla costituzione degli apparati nervosi, i quali vanno dai più semplici ai più complessi. Conviene dunque suddividere questo studio e descrivere separatamente le papille che contengono espansioni nervose libere, e quelle in cui si riscontrano apparati nervosi capsulati. Nel primo caso si possono avere le espansioni ad anse avviticciate, ed i fiocchetti di Ruffini; nell'altro i corpuscoli di Meissner e le loro varietà.

1. *Espansioni ad anse avviticciate.*

Tanto nella descrizione di queste forme, come in quella delle successive, io non ne farò la storia, perchè ciò porterebbe via inutilmente del tempo e della carta, tanto più che in una sua recente pubblicazione il Ruffini [11] si è occupato e delle particolarità storiche e di quelle morfologiche riguardanti le varie forme di espansione nervosa della pelle dell'uomo, e di alcuni mammiferi; e descriverò solamente il loro modo di presentarsi nel derma sottoungueale, dove io le ho studiate. Le espansioni ad anse avviticciate sono più frequenti nelle papille che si ritrovano nella parte posteriore del derma sottoungueale, e sono sempre costituite da fibre amieliniche che possono provenire o dalla rete amielinica subpapillare, o da fibre mieliniche che perdono subito le loro guaine appena entrate nella papilla stessa.

In qualche caso si possono osservare due o tre filuzzi amielinici che si accollano al capillare vasale subito alla base della papilla, e descrivono un numero molto limitato di giri spirali intorno ad esso durante il loro tragitto verso la punta, dove giunti si riavvicinano tra di loro, si accollano di più all'ansa vascolare nel mentre che i loro giri attorno ad essa si fanno più fitti. Le cose possono presentarsi

anche in modo più semplice, perchè si può osservare che due o tre fibre amieliniche si pongono ad un lato della papilla, a metà di distanza circa dall'asse mediano al margine di quella, e così ne percorrono l'estensione con un cammino direttamente verticale e parallelo alla direzione dell'ansa vascolare. Giunte a poca distanza dal punto di ripiegatura dell'ansa si incurvano verso la linea mediana e formano una specie di occhiello che abbraccia l'ansa stessa. Si riuniscono poi dall'altro lato si fondono in una sola fibra che percorre la papilla in senso inverso, con una direzione perfettamente simmetrica al decorso che avevano avuto le fibre nell'ascesa.

Quando i fatti avvengono come ora li ho descritti si notano le seguenti due particolarità:

1. Dal punto dove si incurvano verso la linea mediana, inviano una o due fibre, che si portano verso l'apice dello papilla, e che io non ho potuto seguire nel loro ulteriore tragitto, perchè col metodo da me adoperato gli strati epiteliali vengono ad essere staccati.

2. La fibra che viene a risultare dalla loro fusione ha delle dimensioni più piccole rispetto alla somma delle fibre da cui è provenuta.

In altri casi possiamo vedere che mentre una o due fibre amieliniche decorrono parallelamente all'ansa vascolare esse sono, per la massima parte della lunghezza della papilla, riunite tra di loro da fascetti amielinici che si avvolgono più o meno strettamente attorno al vaso.

Altre volte invece le due fibre amieliniche, che prendono parte alla formazione di questo tipo di anse avviticciate, si suddividono dopo il loro ingresso nella papilla in diverse fibre più piccole, e sono solamente ricongiunte da una o due fibre che compiono per far ciò un giro molto semplice e lasso attorno all'ansa vasale. Fig. 1.

Il comportamento delle fibre nel dar luogo alle anse avviticciate non è però sempre così semplice, e ci si può trovare di fronte ad esemplari di questo genere. Fig. 2.

Nella papilla entrano tre fibre amieliniche che subito si suddividono portandosi verso la curva dell'ansa. Qui giunte si dividono ripetutamente e danno luogo ad un intreccio complicatissimo risultante di sottili fibre che si anastomizzano fra di loro, e qua e là presentano

dei piccoli ingrossamenti a forma rotondeggiante od allungata. Le maglie di tale intreccio hanno forma svariata, e per lo più abbracciano il vaso, alcune serrandosi strettamente intorno alle pareti di esso, altre circondandole in modo più lasso.

In qualche papilla ho visto insieme alle anse avviticciate anche un fiocchetto papillare.

2. *Fiocchetti papillari.*

La fibra che ad essi dà luogo ha qui come nella pelle una tri-
plice origine; potendo derivare sia da una fibra mielinica del plesso
nervoso superficiale, sia dalla rete amielinica subpapillare, sia infine da
una fibra che va a dare un corpuscolo di Meissner.

Nel letto dell'unghia inoltre l'origine dei fiocchetti può essere,
sebbene molto raramente assai diversa.

In uno dei miei preparati ho notato il seguente fatto: da un piccolo
gomitolo capsulato che si ritrova nella parte inferiore di una grossa
papilla si vedono partire due fibre amieliniche che ben presto si allon-
tanano fra di loro, l'una si accolla ad una branca dell'ansa vascolare,
ma può esser seguita solo per breve tratto; l'altra si inoltra diretta-
mente nella papilla e giunta verso la parte superiore di questa si scinde
in sottili rami pure amielinici, con varicosità poco pronunciate che
decorrono avvicinati tra loro intrecciandosi, costituendo così un fioc-
chetto papillare molto semplice. Fig. 3. In un altro preparato si può
vedere che da un gomitolo privo di capsule, posto alla base di una
papilla si parte una fibra amielinica, che penetra in quella, dove può
esser seguito solamente fin verso la metà, non essendo la reazione
avvenuta nella parte superiore. Ho creduto interessante segnalare
questo reperto perchè esso ci apprende che oltre che da fibre desti-
nate a corpuscoli di Meissner, un fiocchetto papillare può originarsi
anche direttamente da un'espansione nervosa sensitiva stessa quale è
appunto un gomitolo capsulato; il che dimostra ancora una volta la
funzione di queste forme di espansione nervosa.

I fiocchetti papillari del derma sottoungueale non si presentano
con la ricchezza di diramazioni che hanno nella pelle del polpastrello.
Sono in generale abbastanza piccoli, in numero di uno o di due nella

stessa papilla. Qualche volta però si possono ritrovare in una medesima papilla fino a sei fiocchetti, che allora sono formati da fibre provenienti dal plesso nervoso superficiale, e come mostra la Fig. 4 possono dentro la papilla incrociarsi ed anastomizzarsi fra di loro. I ramoscelli in cui si è scissa ciascuna fibra amielinica procedono, in uno di tali fiocchetti intrecciandosi fra di loro e presentando delle varicosità solo nella parte superiore della papilla.

In qualche altro caso da un fiocchetto, discretamente ricco in intreccio di ramoscelli amielinici e in varicosità, si stacca dalla sua parte inferiore un rametto che si porta dall'altra parte della papilla e dopo un breve decorso si suddivide anch'esso, formando un fiocchetto più piccolo, ma con i medesimi caratteri strutturali di quello da cui ha preso origine. Fig. 5.

I fiocchetti che coesistono con le anse nervose papillari hanno una tessitura che più li avvicina a quelli della pelle; sono vale a dire costituiti da ramuscoli amielinici molto piccoli e ravvicinati fra di loro, e che presentano numerosissime e fitte varicosità. Una conformazione abbastanza rara è la seguente; dalla base della papilla entrano due fibre amieliniche, che si presentano subito scomposte in due o tre ramoscelli decorrenti però uno accanto all'altro. Arrivate queste due fibre verso il mezzo della papilla si accostano, e ciascuna di esse si divide in due tronchicini. Ognuno dei tronchi di suddivisione dell'una, si unisce ad uno dei tronchi di suddivisione dell'altra, e si vengono così a formare due fiocchetti, ricchi in varicosità, che verso la parte superiore della papilla si uniscono con la loro punta formando una specie di piccolo gomito.

3. *Corpuscoli di Meissner e loro varietà.*

Come quelli della pelle del polpastrello presentano una grande variabilità nella loro configurazione esteriore, pur rimanendo immutati gli elementi costitutivi fondamentali. Convien subito dire che anche queste forme, come i fiocchetti papillari si presentano generalmente più piccoli di quelli della pelle del polpastrello. Ho detto generalmente, perchè anche nel derma sottoungueale, possiamo trovare dei Meissner del tutto simili, sia per ricchezza di capsule, che per esuberanza del-

l'espansione nervosa a quelli del polpastrello. Predominano quelli di forma ovalare, con l'espansione del cilindrasse non suddivisa in vari lobi, e possono anche ritrovarsi in una papilla contenente un'ansa vascolare. Fig. 6.

Dire della loro intima struttura sarebbe un voler ripetere quello che a tal proposito disse il Ruffini [12].

Accennerò soltanto, che, come nella pelle, la fibra midollata che va a costituirli, presentato lo strozzamento preterminale, penetra attraverso le capsule del corpuscolo e nell'interno compie i suoi giri elicospirali presentando delle varicosità, e mandando delle diramazioni collaterali che si anastomizzano fra di loro.

Anche nella regione di cui ci occupiamo la fibra può penetrare sia dalla parte inferiore, sia di lato al corpuscolo; non l'ho mai veduta però penetrare in esso dalla parte superiore. Un fatto che mi sembra speciale di alcuni corpuscoli di Meissner del letto dell'unghia è la scarsezza di varicosità del cilindrasse mentre forma i suoi giri elicospirali, che si presentano perciò di calibro uniforme. Fig. 6.

Il tessuto di sostegno e le capsule del corpuscolo non offrono nulla di particolare rispetto a quello che dei medesimi è stato detto per i Meissner della pelle. Fig. 7. Quando un Meissner è costituito da diversi lobi questi possono esser molto ravvicinati fra di loro, oppure collegati da tratti reunienti di fibra pallida, e possono anche disporsi in modo, da avere alcuni il loro asse parallelo a quello della papilla, mentre altri l'hanno normale Fig. 6.

Qualche rara volta una fibra mielinica penetra nella papilla, e dopo aver perduto la guaina mielinica può dar luogo ad un intreccio a guisa di fiocchetto, e poi per mezzo di un tratto in cui si aggira su se stessa andare a costituire l'espansione centrale di un Meissner. Fig. 8.

Delle due varietà di corpuscoli di Meissner non si ritrovano qui che i monolobati, che sono poco frequenti; non sono mai riuscito a mettere in evidenza i corpuscoli di Dogiel.

In alcuni corpuscoli è bene evidente l'apparato di Timofeieff.

Prima di terminare la descrizione dei nervi papillari mi piace di riferire su una forma abbastanza strana, e rarissima a riscontrarsi nel

derma sottoungueale, che, secondo io penso, sta ancora una volta a dimostrare la possibile trasformazione dei Meissner in fiocchetti papillari.

Tale espansione nervosa è di forma allungata, e posta obliquamente nella papilla; è piuttosto concava e con la concavità pare che abbracci la papilla stessa. La fibra midollata da cui proviene giunta nella papilla perde la guaina mielinica, ed il cilindrasse si scinde subito in un numero notevole di rami che si intrecciano fra di loro, e presentano numerose e ben nette varicosità.

§ 2. Espansioni nervose nelle creste.

In queste formazioni del derma sottoungueale si ritrovano solamente delle espansioni nervose libere.

Come ha osservato anche Dogiel le fibre nervose originatesi dai tronchicini, o dalla suddivisione di una stessa fibra, dopo aver formato nella parte alta del derma sottoungueale il plesso nervoso superficiale, hanno tendenza a compier delle arcate, mediate le quali si approfondano nel sottostante derma, dando luogo alle così dette espansioni ad alberello.

Questo fatto si riscontra comunemente nelle creste dermiche, dove le fibre nervose mieliniche formano delle arcate, che arrivano a poca distanza dall'epitelio. Una volta che tali fibre si sono ripiegate in basso perdono la guaina midollare, ed il cilindrasse si divide in un numero considerevole di diramazioni, che decorrono accollate per breve tratto e poi si suddividono ripetutamente in fibre molto sottili, che si espandono in diverse direzioni intrecciandosi fra di loro. Qua e là da queste fibre sottili si staccano dei filuzzi i quali danno luogo ad una specie di grappolini molto piccoli, riconnessi fra di loro da filuzzi cilindrassiali anche più delicati. Fig. 9.

Se noi osserviamo attentamente possiamo convincerci che tali forme di espansioni nervose, risultanti di una moltitudine di piccoli grappoli, sono per mezzo di fletti molto sottili riunite a quelle provenienti da un'altra fibra nervosa.

Altre volte i singoli grappolini, invece che essere addensati in una data zona, sono molto più allontanati fra di loro, e ricongiunti da un fitto intreccio di filamenti nervosi pallidi e sottili, che formano delle

maglie allungate, tra le quali spesso vediamo passare un'ansa vascolare. Fig. 10.

Per il che io penso che ci si trovi qui in presenza di una fitta sottile ed intricata rete amielinica, che occupa tutto lo spessore della cresta e dai filuzzi della quale si staccano qua e là, ora più, ora meno ravvicinate sottili fibre, che danno luogo ad un grappolino molto semplice.

Vediamo inoltre che una fibra nervosa, salita nelle creste e fattasi amielinica, si scinde in vari rami, alcuni dei quali scambia con parte di quelli di una fibra vicina, e nell'interno della cresta stessa dà luogo, con alcuni dei filamenti in cui si è suddivisa, ad un intreccio di fibre che presentano delle varicosità. Si inoltra poi verso la curva dell'ansa vascolare (lasciandosi per via dei filamenti che si risolvano in delicati cespugli), è là giunta si divide in vari ramoscelli che abbracciano l'ansa stessa. Fig. 11.

Sia per il modo di comportarsi della suddivisione ultima della fibra nervosa, sia per il suo rapporto intimo con l'ansa vasale, sia anche pel dato di fatto che la maggior parte degli anatomici considerano le creste come derivanti dalla fusione delle papille, io credo che questa ultima maniera di espansione libera da me descritta, possa ravvicinarsi alle anse avviticciate che si riscontrano nelle formazioni papillari. Nelle creste si ritrovano inoltre dei gomitoli nervosi privi di capsula dei quali mi limito però a dir qui solamente poche cose, riservandomi di occuparmene un pò più estesamente quando tratterò delle espansioni appartenenti al derma.

In generale nelle creste i gomitoli liberi sono discretamente numerosi, e notiamo anche il fatto che vari di essi possono avere origine dalla medesima fibra, che per far ciò si è suddivisa in diversi rami: come pure può darsi che una fibra fattasi amielinica dia luogo a due o tre gomitoli uno di seguito all'altro.

Colorendo le sezioni col carminio-formico non si riesce a mettere in evidenza, attorno a questi gomitoli, nessun involucro capsulare anche il più tenue.

La faccia superiore delle creste, subito al di sotto dell'epitelio è ricoperta da una ricca rete amielinica, estesa nel senso della superficie

a tutta la cresta, e presentante anche un discreto sviluppo nel senso dello spessore. Questa rete che si ritrova subito al di sopra del plesso venoso superficiale, e che a buon dritto può chiamarsi rete amielinica subepiteliale ha una struttura complicatissima. Fig. 12.

Risulta costituita da varie diramazioni cilindrassiali discretamente varicose, che corrono da un lato all'altro della cresta e vengono a disporsi perciò perpendicolari all'asse longitudinale di quella.

Da queste diramazioni, che costituiscono l'impalcatura fondamentale, partono un numero considerevolissimo di rami, che si intrecciano in ogni senso suddividendosi ripetutamente in rami più piccoli e presentando lungo le loro suddivisioni dei piccoli rigonfiamenti di varia forma, ma per lo più rotondeggianti od ovalari, il cui volume è in rapporto con quello del ramoscello amielinico da cui derivano.

In qualche preparato si osserva che dai rami amielinici più grossi di questa rete, si stacca un ramoscello che va ad occupare una delle insenature formate dai vasi superficiali propri delle creste, e che lungo il suo decorso lascia da un lato e dall'altro dei brevi ramoscelli, che danno luogo a dei piccoli grappoli, dagli acini dei quali, che hanno apparenza piuttosto varicosa e volume vario, si vedono partire delle sottili fibre, che si possono seguire dentro lo spessore della cresta per un discreto tragitto.

Questa rete è, come si capisce a priori, molto più ampia in quelle grosse creste a faccia superiore larga e pianeggiante. I suoi rami in corrispondenza dalle facce laterali delle creste, non sono disposti parallelamente alla loro superficie, ma le sue maglie appaiono come sperzate, il che vuol dire che i filuzzi che la costituiscono invadono anche l'epitelio che è stato staccato dai reagenti, e ciò rende impossibile di vedere ai lati l'alteriore comportamento delle rete medesima¹). —

Riferite le precedenti particolarità sulle espansioni nervose nelle creste passerò ad occuparmi di quelle dello strato dermico.

¹) Anche Sfameni [21] nel clitoride e nelle piccole labbra della donna e di alcuni mammiferi, ha riscontrato una ricca rete subepiteliale, più delicata però di questa che si ritrova nel letto dell'unghia.

§ 3. Espansioni nervose nel derma.

Per tenere l'ordine topografico da me seguito fino ad ora dovrei a rigor di termini descriver prima nel derma sottoungueale le forme che si ritrovano nella parte superficiale di esso e poi quelle che si rinvencono nelle parti profonde.

Siccome però così facendo cadrei in ripetizioni inutili, e dannose alla chiarezza dell'esposizione, preferisco prendere in esame i vari apparati nervosi, cominciando da quelli che hanno un maggior diritto ad esser descritti per primi perchè più complessi nella loro costituzione e perchè conosciuti da maggior tempo.

Prima però di intraprendere quest'esame devo occuparmi di una forma di espansione libera, che si ritrova nella parte superficiale del derma, subito al di sotto della linea segnata dalla base delle papille. Nella regione omologa delle pelle fu riscontrata nel 1894 dal Ruffini [13] una reticella amielinica di piccolo spessore, che però in superficie si estenderebbe a tutto quanto il derma cutaneo. Nella parte posteriore del derma sottoungueale, là dove cioè questo è provvisto di papille io e Dogiel abbiamo riscontrato una reticella, della quale dirò soltanto che ha i medesimi caratteri morfologici, e la stessa composizione di quella studiata dal Ruffini nella pelle.

1. *Corpuscoli di Vater Pacini e loro varietà.*

Sono estremamente rari nel derma sottoungueale. Nella mia nota preventiva io non facevo ad essi nessun accenno, non essendome capitato durante l'esame di moltissime reazioni nessun esemplare. In solo eseguendo dei preparati di unghie in serie, per le mie ricerche sugli apparati ghiandolari, che potei rilevare la loro presenza ed allora insistendo con costanza riuscii ad ottenerne anche reazionati.

In generale se ne trovano uno, due o tre al massimo in tutta l'estensione del derma sottoungueale, e sono situati per lo più all'altezza della lunula.

Ho notato anche, però raramente, che qualche unghia ne era priva affatto.

Hanno la consueta forma ovoidale con asse rettilineo o incurvato.

Le loro dimensioni sono variabili e variabile è pure la sede. Per lo più si ritrovano nelle parti profonde, ma si possono anche riscontrare nel mezzo circa del derma. A seconda della loro topografia varia un po' la costituzione anatomica del loro involucro capsulare.

Quando sono profondamente situati l'involucro connettivale è costituito da un numero di capsule presso a poco uguale a quello dei corpuscoli che si rinvencono nel polpastrello. Fig. 13; mentre in quelli che sono posti nella parte mediana del derma il numero delle capsule è ridotto a dodici o quindici.

Nei corpuscoli di Pacini del comune integumento le capsule, che circondano direttamente la clava centrale, sono in generale molto più stipate l'una contro l'altra di quelle situate perifericamente, mentre in quelli della parte mediana del derma dell'unghia le cose procedono in modo differente.

Osservando delle sezioni trasversali notiamo che i fasci connettivi dello strato reticolare del derma, giunti in vicinanza dell'apparato capsulare di tali corpuscoli, si dispongono in modo da abbracciare le capsule più periferiche di essi, di modo che sembra che tutto il corpuscolo si ritrovi in una specie di cella le cui pareti risultano costituite dai fasci del connettivo circostante, che in tal punto si presenta addensato. Questi fascicoli di connettivo appaiono per la massima parte sezionali longitudinalmente, altri invece in senso trasversale, si intrecciano fra loro, e sono strettamente addossati alle capsule periferiche del corpuscolo, le prime quattro o cinque delle quali lasciano fra di loro degli spazi molto ristretti.

Procedendo verso la clava centrale, che è molto più sviluppata di quella dei Pacini del polpastrello, le capsule hanno l'aspetto e la disposizione consueta e ad eccezione delle ultime due o tre che sono più ravvicinate presentano tra loro degli spazi molto bene evidenti.

Il comportamento della fibra nervosa non ha nulla di caratteristico; essa, fattasi amielinica, penetra per l'un dei poli del corpuscolo, attraversa la clava centrale e finisce con una estremità rigonfiata, oppure presenta lungo il suo decorso delle propaggini laterali varicose che si dispongono parallelamente al cilindrase da cui emanano e poi in vicinanza del polo terminale termina ingrossata.

Come sono rari i corpuscoli di Vater Pacini classici così non sono molti frequenti le loro varietà, delle quali io ho riscontrato quella che va comunemente sotto il nome di corpuscoli di Golgi-Mazzoni.

Essi si ritrovano sparsi su tutto l'ambito del derma sottoungueale dalle parti più profonde a quelle più superficiali, potendosene rinvenire alcuni subito al di sotto della linea segnata dalla base delle papille. Possono esser dati da una sola fibra mielinica o da due, oppure una fibra midollata suddivisasi in due può andare a costituire, con ciascuna delle sue suddivisioni, uno di tali corpuscoli.

Hanno forma allungata ovoidale, o nettamente rotondeggiante, od anche ma raramente a clava. Risultano di un involucro capsulare sempre ben distinto, ma che può variare riguardo al numero delle capsule, che possono andare da un minimo di due o tre fino ad un massimo di sei o sette. Si nota poi che l'apparato capsulare è più ricco in quelli di più piccole dimensioni. La clava centrale, in cui si fa l'espansione nervosa, ripete la forma esterna del corpuscolo e nelle reazioni al cloruro d'oro appare costituita da una sostanza granulosa cosparsa di nuclei.

Il comportamento della fibra nervosa è variabile. In quelle a forma allungata il cilindrasse, penetrato nell'interno del corpuscolo, si suddivide in rami che presentano delle varicosità molto pronunciate, e che, intrecciandosi fra di loro, costituiscono un gomitolo, in generale però non molto serrato, i fili di costituzione del quale hanno un decorso secondo l'asse maggiore del corpuscolo stesso. Quando l'espansione nervosa del corpuscolo è data da due fibre nervose, l'una di queste, appena entrata in esso, si scinde in vari rami che formano un gomitolo, alla parte periferica del quale si pone l'altra, che percorre così indivisa tutta la lunghezza del corpuscolo stesso, e giunta alla sua parte distale, si ripiega, si divide e colle sue divisioni entra a far parte della costituzione dell'espansione nervosa. Fig. 14.

I Golgi-Mazzoni possono ritrovarsi anche vicino ad un tronco nervoso, e pure in questo caso la loro forma può essere o allungata o rotondeggiante. Fig. 15.

La fibra che ad essi dà luogo è allora cortissima, tantochè sembrano come attaccati al tronco nervoso stesso.

Ne ho osservato qualcuno, di quelli situati nella parte superficiale del derma, col seguente comportamento Fig. 16.

Presenta un apparato capsulare molto ridotto ed ha una forma quasi triangolare. Le due fibre nervose che vanno a costituirlo, attraversate le capsule e fattesi amieliniche si risolvano in un numero considerevole di diramazioni, con varicosità più o meno pronunciate, che si intrecciano fra di loro. Dall'angolo superiore del corpuscolo che arriva fin vicino alla base di una papilla si stacca un filuzzo amielinico che, attraversate le capsule, si porta nella papilla dove forma due piccoli gomitoli molto semplici.

Dissi già a proposito dell'innervazione delle papille che da un gomitolino capsulato, posto nella parte inferiore d'una papilla, ho visto partirsi un filuzzo amielinico, che internatosi in quella andava a costituirvi un fiocchetto.

2. *Corpuscoli di Ruffini.*

Sono discretamente numerosi e si ritrovano sia in corrispondenza della matrice che nel letto dell'unghia, potendo occupare tanto le parti profonde che quelle superficiali del derma.

Siccome a seconda della loro situazione più o meno profonda presentano delle caratteristiche un pò differenti, così io prenderò prima in esame quelli che si ritrovano nelle parti più profonde del derma, e poi quelli che sono situati nella parte media di esso.

I primi possono essere affusati, rotondeggianti, cilindroidi, o di forma svariata non riportabile ad una figura geometrica. Varie sono pure le dimensioni, ma in generale questi situati profondamente sono abbastanza grossi. Sono costituiti da un involucro capsulare e da un fuso di sostegno sul quale si fa l'espansione nervosa. L'involucro capsulare è sempre presente, e se non appare nelle sezioni in cui si sia fatta soltanto la reazione aurica, lo si può mettere in evidenza con la colorazione al carminio formico.

Mi sono potuto convincere che esso è più ben manifesto in quei corpuscoli a forma cilindroide dove le capsule possono essere in numero di quattro o cinque. Queste capsule sono molto sottili, e presentano i medesimi caratteri di quelle che rivestono gli stessi corpuscoli nel

polpastrello Riguardo al fuso di sostegno esso è bene evidente specie là dove le diramazioni della fibra pallida non costituiscono, o perchè la reazione è venuta incompleta, o perchè sono effettivamente in minor numero, un intreccio tale da mascherarlo, e si presenta con i medesimi caratteri che di esso han descritto Ruffini [14] e Sfameni [18].

La fibra nervosa penetra nel corpuscolo o di lato o più frequentemente, e questo avviene specie in quelli a forma varia o cilindrica da uno degli estremi.

La fibra nervosa fattasi pallida entra dunque nel corpuscolo, e mentre che penetra nel fuso dà delle diramazioni alcune delle quali sono sottili, altre più tozze e più corte, e che presentano degli ingrossamenti di rado globosi, in generale di forma la più svariata, i quali sono riuniti gli uni agli altri da tratti di fibra pallida più sottili e presentanti anch'essi varicosità pure riunite le une alle altre. In tal modo suddividendosi e intrecciandosi la fibra pallida va ad occupare tutto il fuso di sostegno, lasciando in genere liberi, uno o tutti e due, quando penetra di lato, gli estremi di esso. In alcuni corpuscoli del letto di forma irregolare le varicosità della fibra possono esser ricongiunte da tratti brevissimi, e questo specie nelle propaggini che da essi emanano e che assumono perciò la forma di una specie di piastra.

Il comportamento della fibra nervosa può essere alle volte del tutto differente. In alcuni corpuscoli la fibra mielinica, dopo averli circondati per breve tratto, perde le guaine ed il cilindrasse penetra nell'interno dove si suddivide in un gran numero di rami che si intrecciano tra di loro, dando luogo ad un'espansione nervosa, i ramuscoli di costituzione della quale hanno in massima parte un decorso parallelo ai fasci del fuso di sostegno. Caratteristico poi è il fatto che i fili dell'espansione nervosa non presentano ingrossamenti spinosi, ma sono lisci ed hanno in tutto il loro decorso un calibro presso a poco uniforme. I corpuscoli con tale struttura hanno in generale una forma allungata Fig. 17; ma possono essere anche rotondeggianti Fig. 18, e tanto nell'uno che nell'altro caso possiedono un involucro capsulare ed un fuso di sostegno discretamente sviluppati. Le loro dimensioni variano, quelli di forma allungata sono abbastanza volumi-

nosi, mentre quelli rotondeggianti sono piuttosto piccoli. Un solo esemplare di questa natura è stato visto e descritto dal Ruffini [14] nella pelle del polpastrello; nel derma sotto ungueale sono certamente più frequenti, avendone io ritrovati fin tre aggruppati insieme.

Venendo ora a parlare dei corpuscoli di Ruffini che hanno sede nella parte media del derma sottoungueale, noterò subito che questi sono in generale più piccoli dei precedenti, e che sebbene nelle linee fondamentali risultino costituiti dai medesimi elementi di quelli, pure presentano dei caratteri che li fanno subito differenziare dai corpuscoli di Ruffini ubicati nelle parti profonde. Questi caratteri rispecchiano una più misera organizzazione di tutto quanto il corpuscolo; infatti l'involucro è appena appariscente, il fuso di sostegno non è così ben netto come negli altri, l'espansione nervosa è fatta da un intreccio meno complicato, ed i rametti che la costituiscono, presentano delle varicosità meno ravvicinate, più piccole e dalle quali partono fluzzi anastomotici con le varicosità vicine in minor quantità. Fig. 19.

3. *Espansioni nervose ad alberello.*

Dopo aver preso in esame gli apparati nervosi in cui nettamente si riconosce un apparato connettivale che protegge l'espansione del cilindrase, descriverò ora le così delle forme libere rappresentate dagli alberelli e dai gomitolì privi di capsula.

A proposito dei primi devo subito premettere che l'opinione che io mi son fatto a loro riguardo, in seguito alle mie indagini su numerosissimi preparati, non concorda completamente con le vedute di Dogiel.

Per questo autore la loro espansione si fa in mezzo ai fasci del derma, senza che questo presenti nessuna modificazione strutturale in presenza di essa, mentre io ho veduto che là dove esistono queste forme il derma si presenta alquanto modificato.

Sul modo come si comporta la fibra nervosa non ho che da confermare quanto disse Dogiel a tal riguardo e quello ch'io già nella medesima epoca esposi nella mia nota preventiva.

Questi alberelli rappresentano la forma più numerosa che si riscontri nel derma sotto ungueale e si ritrovano in qualunque parte di esso, dalla linea che segua la base delle papille agli strati più pro-

fondi. Si possono distinguere in semplici e complessi, a seconda della ricchezza dell'arborizzazione nervosa, la quale, tanto negli uni come negli altri, può essere più o meno addensata, portando così una maggiore o minor complicatezza nei dettagli.

Una fibra midollata si divide spesso in due o tre rami parimente mielinici, che perduta la guaina midollare, si suddividono in diverse fibre che si allontanano fra di loro, e da ciascuna delle quali si originano delle piccole espansioni, che sebbene ravvicinate l'una all'altra rimangono però distinte. Altre volte invece le singole fibre amieliniche, che si originano dalla fibra midollata si suddividono ripetutamente in tutti i sensi, originando delle espansioni che si intrecciano fra di loro, hanno forma svariata e dal cui insieme risulta un intricato alberello Fig. 20. Può anche avvenire che diverse di queste sieno ravvicinate tra di loro e ricongiunte da tratti di fibra amielinica, ed allora l'insieme prende un aspetto molto complicato. Fig. 21.

Tanto nelle forme semplici quanto in quelle complesse il comportamento fondamentale della fibra nervosa nel costituire l'espansione è identico.

Tutti i rami di suddivisione del cilindrasse si avviano in varie direzioni, e presentano degli ingrossamenti variabili di forma e di grandezza, da cui partono dei filuzzi che li riuniscono a quelli vicini, e che presentano pure delle parti ingrossate ed anastomosate le une con le altre.

Questi ingrossamenti possono essere più o meno ravvicinati, spesso però sono tra loro vicinissimi, come si è visto succedere in alcuni di quei corpuscoli di Ruffini, situati nella profondità del derma, tantochè le singole parti di cui risulta costituito tutto l'alberello hanno l'aspetto di densi cespugli.

È da notarsi che tali forme di espansione nervosa non sono disposte su di un solo piano, ma esaminando attentamente ci si può convincere che si formano sempre secondo tre assi, come corpi cioè a tre dimensioni.

Se in tagli provenienti da pezzetti reazionati e nei quali sia presente qualcuno di questi alberelli, con espansione non molto addensata, perchè in questo caso viene mascherato il fondo, noi facciamo la colorazione con carminio, possiamo convincerci della presenza di

numerosi nuclei tra i filamenti dell'espansione nervosa, e di un maggiore addensamento del connettivo in loro corrispondenza.

D'altra parte, se noi li paragoniamo con i corpuscoli di Ruffini ci accorgiamo facilmente che da essi diversificano un poco. La fibra nervosa in ambedue i casi forma un intreccio di rami più o meno grossi presentanti ingrossamenti spinosi riuniti insieme, intreccio che ha tre dimensioni. In ambedue esiste un tessuto di sostegno cosparso di nuclei, sebbene in queste ultime forme esso non sia così bene individualizzato ed evidente come nei corpuscoli di Ruffini. In questi però si ritrova un apparato capsulare che io non sono mai riuscito a vedere nei così detti alberelli, ed in base a tale mancanza mi sembra che essi si possano considerare come una varietà dei corpuscoli di Ruffini, anche appoggiandomi alle vedute che questo autore espone a riguardo delle varietà stesse.

Per il Ruffini [15] infatti tre sono i caratteri fondamentali che bisogna tener presenti nel determinare le varietà di una data forma di espansione nervosa.

1. „La disposizione ed i caratteri della fibra pallida.“
2. „L'esistenza o no dell'involucro capsulare.“
3. „La presenza o l'assenza, ma non la natura del tessuto di sostegno.“

Mancando perciò questi alberelli di uno dei caratteri generici che distinguono i corpuscoli del Ruffini si possono a buon dritto riguardare come varietà di questi. Ed in ciò sono d'accordo con Dogiel, il quale però nella sua descrizione delle espansioni nervose li classifica tra le forme libere. Il che a me pare in contraddizione con il fatto di aver sempre riscontrato un addensamento del connettivo, e la presenza di nuclei là dove si ha l'espansione cilindriassiale di tali forme.

Gomitoli privi di capsule.

Le sole forme libere pertanto che si rinvencono nel derma sotto-ungueale sono la rete amielinica subpapillare, quella subepiteliale, quella che si riscontra nelle creste ed i gomitoli privi di capsule. Delle prime ho già parlato. Quanto agli altri dissi, studiando le creste, che possono risiedere tanto in quelle, quanto nella derma.

Le loro dimensioni variano poco; i più piccoli sono situati nelle creste. Sono poco numerosi, ma si ritrovano più spesso nelle parti superficiali che in quelle profonde. Dogiel dice di averli ritrovati anche nelle papille, il che a me non è mai capitato, se togli quei piccoli e semplici gomitoli che, come ho già detto, sono inviati in una papilla da un corpuscolo di Pacini modificato. Possono due o tre di essi esser dati dalla medesima fibra che a tale scopo si è suddivisa. Può una fibra costituire diversi di tali gomitoli l'uno di seguito all'altro. La loro costituzione è molto semplice. Fig. 22.

La fibra mielinica, subiti gli ormai ben noti cambiamenti, si divide in filuzzi varicosi che si avvolgono tra loro molto strettamente.

Nel mezzo ai fili di tale gomitolo, anche aiutandoci con la colorazione al carminio, non riusciamo a mettere in evidenza dei nuclei; come pure non si può distinguere attorno ad essi un apparato capsulare anche il più tenue.

* * *

In fine del suo lavoro Dogiel accennando alle arterie del derma sottoungueale dice che esse possiedono un grosso strato muscolare. La constatazione di questa particolarità anatomica nelle arterie dell'unghia umana si deve a Grosser [27] e a Vastarini-Cresi [28], che la descrivono nei loro lavori sulle anastomosi artero venose, ed è stata fatta in altre regioni da diversi autori che ometto per brevità. Secondo Grosser, Vastarini-Cresi, ed anche per quello che posso dire io per mia particolare esperienza (giacchè ho eseguito vari metodi di colorazione — Gieson, Calleja, Weigert per le fibre elastiche — su sottili sezioni d'unghia incluse in celloidina) tra la limitante interna e l'endotelio delle arterie del derma sottoungueale degli adulti compare un nuovo strato costituito da connettivo, da fibrocellule muscolari, disposte longitudinalmente, e da fibre e lamelle elastiche, situate alcune in senso radiale, ma per lo più in senso circolare. Questo strato non ha uguale sviluppo in tutto il decorso dell'arteria, ed in qualche punto esso non è nemmeno completo; dimodochè nelle sezioni trasversali si possono vedere delle grosse sporgenze che dalla parete si avanzano nel lume del vaso. facendo assumere al lume stesso forma svariata, e tra le quali l'endotelio è applicato direttamente alla membrana elastica interna.

In unghie di neonato e di bambino che ho esaminate non ho riscontrato questa particolarità.

Non sembra che tale struttura speciale sia in relazione con le anastomosi artero venose, perchè queste secondo Grosser possono sorgere anche in punti con struttura tipica della parete, fatto che ho potuto constatare anch'io nei miei preparati.

Conclusioni e considerazioni.

Esposti così i risultati dell'indagine istologica confronterò i miei reperti con quelli di Dogiel; farò poi un parallelo tra l'innervazione del derma sottoungueale e quello della pelle del polpastrello, e terminerò con un accenno alla funzionalità di questi apparati nervosi, tenendo specialmente di mira gli organi del Ruffini ed i corpuscoli di Pacini.

Dogiel, come ho già accennato, non fa distinzione tra creste e papille e, rammentando soltanto queste ultime, dice che esse non contengono affatto apparati nervosi provvisti di capsule, ma solamente gomitoli, reti intrapapillari e fasci di fibre nervose ad ansa. Risulta perciò che si deve alle mie ricerche la cognizione della presenza in esse di corpuscoli di Meissner, pluri e monolobati, e dei fiocchetti di Ruffini.

Dissi già che per quanto io abbia diligentemente ricercato non ho mai veduto nelle papille dei gomitoli liberi, ma che questi li ho riscontrati solamente nelle creste dermiche l'innervazione delle quali Dogiel passa sotto silenzio. In esse ho potuto mettere in evidenza.

1. Una complicatissima rete amielinica ch'io chiamo subepiteliale, più ricca e complessa della rete subpapillare.

2. Delle piccole espansioni nervose a grappolo, che si originano dalle fibre che accompagnano il plesso vascolare superficiale e che sono riunite da sottilissimi filuzzi amielinici, il che fa pensare che quei grappolini non sieno che le parti addensate, e un pò modificate di una ricca rete amielinica che riempie tutto lo spessore della cresta.

3. Degli intrecci di fibre amieliniche che abbracciano le anse vascolari, e che io ravvicino alle anse avviticciate di Ruffini.

4. Dei gomitoli nervosi privi di capsule.

Nel derma sottoungueale Dogiel ha riscontrato: i corpuscoli di

Pacini modificati, le espansioni ad alberello, la rete amielinica subpapillare ed i gomitoli nervosi liberi. Io ho già detto che oltre di questi si possono ritrovare, sebbene in scarsissima quantità anche i corpuscoli di Pacini classici, ed abbastanza frequentemente quelli del Ruffini.

Se parragomano ora l'innervazione della pelle con quella del derma sottoungueale possiamo concludere in opposizione a Dogiel, che *nell'ultimo sono presenti tutte le forme di espansione nervosa che in quella si ritrovano, tranne la varietà dei corpuscoli di Meissner che vanno sotto il nome dell'illustre istologo russo, ed i reticoli perivasali descritti da Crevatin [3]*, che io non sono riuscito a mettere in evidenza.

Notiamo però un fatto che mi sembra abbia molta importanza. Nella pelle del polpastrello i corpuscoli di Pacini e di Ruffini, e le loro varietà si ritrovano nel tessuto cellulare sottocutaneo, mentre nel derma sottoungueale (che sappiamo attaccarsi con i suoi fasci direttamente sulla faccia dorsale della terza falange, senza che tra l'uno e l'altra vi sia interposizione di pannicolo adiposo, e che viene perciò a risultare soltanto di tre strati, papillare, subpapillare e reticolare) queste medesime forme di espansioni nervosa hanno cambiato di sede. invadendo perfino la parte mediana dello strato reticolare, dove sono situate direttamente in mezzo a fasci di connettivo denso e lontane affatto da lobuli di grasso. Nel derma sottoungueale il tessuto adiposo è rappresentato solo da piccoli lobuli di grasso che si rinvencono qua e là nelle parti profonde dello strato reticolare.

In riguardo all'innervazione delle papille e dello strato subpapillare, se togli la constatazione della provenienza di un fiocchetto papillare da un gomitolino capsulato, le mie ricerche non portano nessun nuovo fatto che serva ad illuminarci sulla funzionalità delle espansioni nervose che in esse si ritrovano. È logico perciò che io sorvoli su questa parte, sulla quale ognuno può trovare ampi dettagli nei lavori di Ruffini [12] e di Sfamini P. [19].

Non mi posso esimere però dal prendere in speciale considerazione il fatto anatomico di cui ho detto poco sopra.

Il Ruffini [16] basandosi sulla diversa topografia dei vari apparati nervosi che si ritrovano nella pelle del polpastrello emise l'ipotesi che

queste forme, certamente di natura sensitiva, fossero deputate a percepire le diverse gradazioni della sensibilità tattile.

„Noi supponiamo ad es: — egli dice — od abbiamo supposto che le espansioni intraepidermiche, i corpuscoli di Meissner, quelli di Ruffini e quelli di Pacini classici servano alla funzione del tatto attribuendo alle prime le delicatissime sensazioni superficiali, ai secondi le stesse sensazioni alquanto più profonde, ai terzi quelle di media intensità ed agli ultimi quelle profondissime.“

A proposito dei corpuscoli del Ruffini P. Sfameni [20] dice:

„Noi solo condivido l'opinione del Ruffini nel concetto generale che gli organi nervosi terminali siano terminazioni sensitive, ma anche nel dato particolare che essi cioè siano organi tattili, e che molto verosimilmente come dice il Ruffini sieno destinati al senso della pressione.“

E poi: „Dirò inoltre che per la distribuzione topografica di questi organi si può in certa guisa giudicare del modo come essi funzionano. Si sa infatti che essi trovansi collocati in quei fasci di tessuto connettivo interposti tra le zolle adipose dei polpastrelli. Ora nel momento in cui sopra un polpastrello un corpo esterno esercita una pressione le zolle di adipe restano schiacciate e deformate, da questo deriva uno stiramento in vario senso dei fasci interposti fra una zolla adiposa e l'altra e ne consegue che anche gli organi nervosi del Ruffini, che vi si trovano alloggiati, restano stirati e compressi; da ciò la percezione in essi della pressione esercitata dall'esterno sul polpastrello.“

L'idea che per la funzionalità dei corpuscoli del Ruffini fosse necessario uno stiramento ed una compressione sorrise anche a Sfameni A. [22], il quale avendoli ritrovati nei legamenti, nel periostio, e nella capsula fibrosa delle articolazioni e basandosi su una certa analogia che essi hanno anche topograficamente con gli organi muscolo-tendinei di Golgi, come egli dice, pensò che il meccanismo del funzionamento fosse analogo per queste due forme di espansione nervosa.

„Io penso, egli dice, che i caratteri morfologici e la sede topografica stessa, che occupano queste terminazioni nervose, sono precisamente quelli che ci debbono guidare nell'apprezzamento del loro significato funzionale.“

Nei fatti naturali i caratteri di simiglianza implicano affinità e

omologia, e se, come conviene Ruffini la forma degli organi nervosi terminali non trova analogia, tra le terminazioni nervose al giorno d'oggi conosciute che in quella dei corpuscoli muscolo tendinei di Golgi, egli è probabile che la funzione di queste due specie di terminazioni nervose avrà una certa analogia, ch'io tenterò di dimostrare.

Risulta in primo luogo dalle mie ricerche che la topografia degli organi muscolo tendinei e degli organi nervosi terminali non è gran fatto differente; dal tendine al periostio nel quale spesso il primo si inserisce non c'è che un passo, e noi possiamo dire che in certi casi il tessuto tendineo si continua direttamente col tessuto periosteale. Nel medesimo modo dal tendine alla capsula fibrosa non c'è grande distanza, e si sa dall'anatomia che assai spesso i tendini si inseriscono sulla capsula fibrosa, contribuendo anche essi al rinforzo dell'articolazione.

Se si considera inoltre la disposizione che prendono i corpuscoli di Ruffini nel periostio, nella capsula fibrosa, e nei legamenti, si rimane colpiti dal fatto che essi sono sempre incastrati nel mezzo delle fibre connettivali ed elastiche, il loro maggior asse avendo la direzione delle fibre, di maniera che quando una causa qualunque determina una trazione, o uno stiramento nel tessuto che li circonda, la terminazione nervosa, necessariamente si deforma e subisce una riduzione di volume più o meno notevole, secondo la causa che agisce, nel suo diametro trasversale. Questo schiacciamento sarà in seguito trasmesso per le vie centripete ai centri nervosi, nello stesso modo che si trasmette lo schiacciamento degli organi muscolo tendinei di Golgi, allorchè la contrazione di un fascio di fibre muscolari distende il piccolo tendine nel quale risiede l'organo muscolo tendineo.

A conforto della sua tesi passa in rassegna le vedute di Sappey [17] e di Testut [24], ch'io per brevità riassumo, secondo i quali la ottusa sensibilità dei legamenti viene risvegliata solo quando si sottopongono le articolazioni a dei movimenti di torsione o d'allungamento forzato, o quando un versamento rapido le distende oltre misura, procurando in tal caso la sensazione del dolore; e cita le esperienze di Bichat che messi a nudo nel cane i legamenti dell'articolazione della gamba provocava dolorabilità soltanto con i movimenti di distensione e di torsione.

Confuta poi l'opinione che avevano tali autori che la sensibilità cioè dei legamenti fosse dovuta ai corpuscoli di Pacini e conclude: „Dopo questo conviene concludere che al giorno d'oggi noi non possiamo attribuire tutta la sensibilità del tessuto fibroso ai corpuscoli di Pacini; io penso che in questa sensibilità la parte più importante è rappresentata dei corpuscoli di Ruffini, e che i primi sono delle terminazioni nervose ausiliari, che servono a rendere più completo e più perfetto il funzionamento di questi ultimi. Infatti data la forma degli organi terminali di Ruffini, data la loro sede e la disposizione che essi prendono relativamente alle fibre connettivali ed elastiche si comprende immediatamente che nelle brillanti esperienze di Bichat si trovano realizzate le migliori condizioni per eccitare queste terminazioni nervose; lo spostamento in senso inverso degli estremi articolari non fa che allungare oltre misura, e comprimere per conseguenza i corpuscoli al punto da provocare dei veri spasmi dolorosi.

Inoltre il fatto che i corpuscoli di Ruffini si trovano specialmente ed in gran numero, sui punti ove i legamenti ed il periostio si inseriscono nella sostanza ossea viene a conciliare tra loro l'opinione di Richet [9] e quella di Bichat [1]; il primo attribuiva la sensibilità dei legamenti allo stiragliamento esercitato da questi ultimi sopra l'osso e il periostio; il secondo al contrario aveva affermato che il legamento è dotato lui stesso d'una certa sensibilità, che è di tanto più viva quanto più vien disteso oltre misura; è per questo che non sarà necessario che la trazione si faccia risentire nell'osso o sul periostio, come voleva Richet. Testut si schiera dalla parte di Bichat basandosi principalmente sui lavori di Sappey, e di Rauber [7] relativamente all'innervazione dei ligamenti.

Ma Richet non si è limitato a fare un'asserzione gratuita: egli ha eseguito delle esperienze, dalle quali ha dedotto che per provocare delle manifestazioni dolorose negli animali è necessario che la trazione non interessi solamente i legamenti, ma che si faccia sentire sui punti di impianto di questi ultimi, visto che è precisamente in questi punti (come risulta dalle mie ricerche) che si trovano in grandissimo numero i corpuscoli terminali del Ruffini, mentre che nella porzione media dei legamenti è ben difficile di ritrovarne qualcheduno. Io ammetto dun-

que con Rauber, che una trazione esercitata sopra un legamento, senza interessare il suo punto di attacco, può esercitare una sensazione dolorosa, ma perchè questo dolore arrivi assolutamente al parossismo come nelle esperienze di Bichat, la condizione richiesta da Richet è necessaria.

Si comprende facilmente dopo questo che gli organi nervosi terminali di Ruffini, anche dal punto di vista funzionale, hanno una certa analogia con gli organi muscolo-tendinei di Golgi.

Cita l'ipotesi di P. Sfamini nel modo di entrare in funzione dei corpuscoli di Ruffini, e che io ho già rammentato, e dopo aver riferito che secondo Testut delle esperienze eseguite sul gatto hanno dimostrato che la sezione dei nervi che terminano nelle articolazioni è seguita da un'alterata deambulazione, conclude: „La funzione di queste terminazioni nervose potrà dunque esser riassunta in queste parole: allo stato normale degli stimoli leggeri, senza produrre un vero dolore, contribuiscono alla coordinazione dei movimenti dell'animale; se lo stimolo è forte al punto di compromettere l'integrità del tessuto, nel quale questi corpuscoli risiedono, il dolore si manifesta immediatamente anche „pour nous avertir, comme dit Sappey, du danger qui les menace.”

Aggiunge però subito dopo: „Questo modo di funzionare è del resto comune a tutte le diverse forme di terminazioni nervose sensitive, tutte essendo capaci di darci una sensazione dolorosa, ciascuna volta che l'eccitazione meccanica, chimica, elettrica, termica o luminosa passa certi limiti.”

E allora se tutte le terminazioni, o espansioni come le chiamiamo oggi, sono capaci di darci una sensazione dolorosa, quando i vari eccitamenti passano certi limiti, il che del resto avviene anche per i tronchi nervosi stessi, e se, come è logico pensare a differente struttura istologica debba corrispondere differente qualità di funzione, perchè fondarsi unicamente per spiegare il modo di funzionamento di un dato apparato nervoso, sopra una manifestazione funzionale, che non è certo quella specifica dal momento che è comune a tutti quanti gli apparati nervosi.

Perchè infine A. Sfamini dice che i corpuscoli del Ruffini funzionano per lo stiramento che su di loro viene prodotto dall'allunga-

mento e dalla torsione dei legamenti, e questa loro funzione viene manifestata per mezzo del dolore. Ma essendo la dolorabilità comune a tutte le espansioni nervose, essa diventa un carattere fisiologico generale, che non può esser preso in prestito per spiegare il funzionamento particolare di una data forma.

D'altra parte la presenza dei corpuscoli del Ruffini nel derma sottoungueale non appoggia l'ipotesi da A. Sfameni messa avanti, per spiegare il loro meccanismo fisiologico, perchè se con quella ci si volesse render conto della loro funzione nell'unghia, dovremmo supporre che essi stessero là per avvertire l'organismo, risvegliando il dolore, quando un'unghia venisse a forza strappata, giacchè in questa sola maniera si vengono a stirare i fascetti connettivali dello strato reticolare. Ora, siccome la dolorabilità è comune a tutte le espansioni nervose, mi sembra logico che se mai per prime debbano aver tale incarico, come più superficiali, le numerose espansioni che si ritrovano nelle papille e nelle creste.

La nuova sede dei corpuscoli di Ruffini viene anche a far cadere l'ipotesi di P. Sfameni, che cioè essi percepiscano la pressione dall'esterno perchè stirati insieme con i fascetti di connettivo, su cui riposano e che sono interposti ai lobuli adiposi, dallo schiacciamento e dalla deformazione di questi ultimi, perchè nel derma sottoungueale come già dissi non abbiamo uno strato di pannicolo adiposo e tali apparati nervosi si ritrovano in pieno strato dermico.

Mettiamo poi in rilievo il fatto della possibilità di ritrovare i corpuscoli di Pacini nella parte mediana del derma sottoungueale, perchè ci pare che dopo questo reperto il concetto topografico seguito dal Ruffini per assegnare le varie gradazioni della sensazione tattile ai diversi apparati nervosi, a seconda della loro sede più o meno profonda, non abbia gran valore; e concludiamo dicendo che al giorno di oggi mentre possiamo con sicurezza accertare che queste varie forme sono di natura sensitiva, non possiamo però nulla aggiungere sul modo come la funzione si esplica, nè sul grado che è riserbato ai diversi apparati.

Indice Bibliografico.

1. Bichat, Citato da Sfameni, A.
2. Blaschko, Citato da Rabl.
3. Crevatin, I., Le terminazioni nervose nel corio della congiuntiva e della pelle dei polpastrelli delle dita dell'uomo. Mem. d. R. Accad. di Sc. dell'Istit. di Bologna. Ser. V. Vol. X.
4. Dogiel, A. S., Die Nervendigungen im Nagelbett des Menschen. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. LXV. Bd. Heft 3. S. 194.
5. Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1889. Verlag von Wilh. Engelmann.
6. Rabl, H., Histologie der normalen Haut des Menschen.
7. Rauber, Citato da Sfameni, A.
8. Renaut, J., Traité d'Histologie Pratique. T. II. Fasc. 1. pag. 305.
9. Richet, Citato da Sfameni, A.
10. Ruffini, A., Un metodo di reazione al cloruro d'oro per le fibre e le espansioni nervose periferiche. Tip. Ed. San. Bernardino. Siena 1905.
11. —, Sur les expansions nerveuses de la peau chez l'homme et quelques autres mammifères. Revue Générale d'Histologie. T. 1. F. 3. 1905.
12. —, Sulla presenza di nuove forme di terminazioni nervose nello strato papillare e subpapillare della cute dell'uomo, con un contributo allo studio della struttura dei corpuscoli del Meissner. Tip. Ed. San. Bernardino. Siena 1898.
13. —, Op. cit.
14. —, Di un nuovo organo nervoso terminale e sulla presenza dei Corpuscoli Golgi-Mazzoni nel connettivo sotto cutaneo dei polpastrelli delle dita dell'uomo. Mem. de R. Accad. dei Lincei cl. d. sc. fis. mat. e natur. Ser. IV. Vol. VII. 1894.
15. —, Sur les expansions nerveuses etc. pag. 451.
16. —, Op. cit. pag. 498.
17. Sappey, Citato da Sfameni, A.
18. Sfameni, P., Gli organi nervosi terminali del Ruffini ed i corpuscoli del Pacini studiati nelle piante e nei polpastrelli del cane, del gatto e della Scimmia. Accademia Reale delle Scienze di Torino. Serie II. T. I. 1899—1900.
19. —, Le terminazioni nervose delle papille cutanee e dello strato subpapillare nella regione plantare e nei polpastrelli del cane, del gatto e della scimmia. Annali di Freniatria e Scienze affini del R. Manicomio di Torino. 1900.
20. —, Gli organi nervosi terminali di Ruffini etc. pag. 74.

21. Sfameni, P., Sulle terminazioni nervose nei genitali femminili esterni e sul loro significato morfologico e funzionale. Arch. di Fisiologia. Vol. I. Fasc. 4. Maggio 1904.
 22. Sfameni, A., Recherches anatomiques sur l'existence des nerfs et sur leur mode de se terminer dans le tissu adipeux, dans le perioste, dans le perichondre et dans le tissus qui renforcent les articulations. Archives Italiennes de Biologie. T. XXXVII. Fasc. 1. pag. 43.
 23. Szymonowicz, L., Trattato di Istologia e di Anatomia Microscopica. Ed. Vallardi, Milano.
 24. Testut, L., Citato da Sfameni. A.
 25. Vitali, G., Le espansioni nervose e le ghiandole del derma sottoungueale nell'uomo (Nota preventiva). Anatomischer Anzeiger. Bd. XXV. Nr. 11. 1904. Ed. in Processi Verbalì della R. Accademia dei Fisiocritici in Siena. Adunanza. Ord. del 30 Giugno 1904.
 26. Von Bardeleben, K., Handbuch der Anatomie des Menschen.
 27. Grosser, O., Über arterio-venöse Anastomosen an den Extremitätenenden beim Menschen und den krallentragenden Säugetieren. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. LX. Heft 2. S. 191.
 28. Vastarini-Cresi, G., Le anastomosi Arterio-venose nell'uomo e nei mammiferi. Tip. Fed. Sangiovanni Via Ventaglieri 87. Napoli 1903.
-

Spiegazione delle figure.

Tutte le figure sono state ottenute a mezza della camera lucida Abbe-Koristka.

- Fig. 1. Papilla del derma sottoungueale. Due fascetti di fibre amieliniche penetrano in essa formando intorno al capillare delle anse avviticciate molto semplici. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
- Fig. 2. Papilla del derma sottoungueale. Tre fascetti di fibre amieliniche penetrati nella papilla costituiscono alla sua parte superiore attorno al capillare vasale un fitto intreccio amielinico. Koristka Oc. 4, comp. Ob. $\frac{1}{15}$.
- Fig. 3. Papilla del derma sottoungueale. Vi è rappresentato un fiocchetto papillare molto semplice, proveniente da un piccolo gomitollo capsulato posto alla base della papilla. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 4. Papilla del derma sottoungueale contenente sei fiocchetti papillari. Koristka Oc. 4, Ob. 4.
- Fig. 5. Papilla del derma sottoungueale contenente due fiocchetti papillari. Koristka Oc. 4, Ob. 8*.
- Fig. 6. Papilla del derma sottoungueale, nella quale si ritrovano a sinistra un'ansa vascolare, a destra dell'osservatore un corpuscolo di Meissner costituito da tre lobi. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 7. Papilla del derma sottoungueale in cui si vede un Meissner. Koristka Oc. 4, comp. Ob. $\frac{1}{15}$.
- Fig. 8. Papilla del derma sottoungueale. La fibra nervosa forma in essa un fiocchetto, e poi va a dare l'espansione centrale di un Meissner. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
- Fig. 9. Sezione trasversa di una cresta del derma sottoungueale. Le fibre nervose in corrispondenza del plesso vascolare superficiale si ripiegano ad arcata e dopo essersi suddivise vanno a costituire dei grappoli, uniti l'uno all'altro da sottili filamenti. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
- Fig. 10. Sezione trasversa di una cresta del derma sottoungueale. La fibra nervosa si suddivide costituendo diversi grappoli che sono rinuiti tra di loro da sottilissimi filuzzi amielinici i quali spesso formano delle maglie allungate attorno all'ansa vascolare. Koristka Oc. 4, Ob. 8*.
- Fig. 11. Sezione trasversa di una cresta del derma sottoungueale. Due fibre nervose, provenienti dalla parte inferiore si scindono in vari rami formando dei piccoli cespugli. In alto il capillare vasale è abbracciato per un certo tratto da diversi filamenti amielinici. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
- Fig. 12. Sezione trasversale di una cresta del derma sottoungueale. La fibra nervosa, perdute le guaine, vi forma una ricca ed intricata rete. Koristka Oc. 4, Ob. 6.

- Fig. 13. Corpuscolo di Vater-Pacini della parte profonda del derma sottoungueale. Koristka Oc. 2, Ob. 5.
- Fig. 14. Corpuscolo di Golgi-Mazzoni del derma sottoungueale. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 15. Corpuscolo di Golgi-Mazzoni del derma sottoungueale. La fibra va a costituire l'espansione nervosa dopo brevissimo tratto che si è originata dal nervo. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 16. Corpuscolo di Golgi-Mazzoni, dalla parte superiore del quale esce un ramuscolo amielinico che va a formare due piccoli gomitoli nella papilla soprastante. Koristka Oc. 2, Ob. 5.
- Fig. 17 e Fig. 18. Corpuscoli di Ruffini della parte profonda del derma sottoungueale. I rami dell'espansione nervosa non presentano ingrossamenti. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 19. Corpuscolo di Ruffini della parte media del derma sottoungueale. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
- Fig. 20 e Fig. 21. Due espansioni nervose ad alberello del derma sottoungueale. Koristka Oc. 4, Ob. 5.
- Fig. 22. Gomitolo nervoso privo di capsule situato nella parte media del derma sottoungueale. Koristka Oc. 4, Ob. 6.
-

Istituto anatomico della R. Università di Sassari.
Diretto dal Prof. G. Salvi.

**Arteria peronea communis, arteria peronea profunda,
arteria peronea superficialis.**

**Contributo alla morfologia della circolazione arteriosa nell'arto
addominale.**

Dott. Andrea Manno,
settore.

(Con Tav. XVI — XVIII.)

Salvi [42] nel suo lavoro „*Arteriae superficiales*“ e „*Arteriae comitantes*“ della estremità inferiore, descrisse nell'uomo l'*arteria comitans nervi peronei*, dimostrandone l'importanza morfologica e la relativa frequenza.

De-Vriese [50] confermò la presenza di quest'arteria nell'embrione umano, e dimostrò come essa rappresenti primitivamente l'origine del tronco arterioso principale della regione ventrale della gamba (*arteria tibialis antica*).

Ho trovato un caso abbastanza bello di *arteria peronea communis* nell'uomo adulto, ed alcuni casi della stessa varietà nel bambino, e li illustro tutti in questo lavoro estendendo le ricerche all'*Anatomia comparata*.

* * *

Il primo caso che descrivo fu da me riscontrato nell'arto addominale destro di un cadavere di donna, ed è rappresentato nella figura 1.

In questo si osserva:

Dall'*arteria poplitea*, nel punto nel quale essa si divide in tronco tibio-peroneo e arteria tibiale anteriore, lateralmente a quest'arteria,

nasce un ramo arterioso del calibro di due millimetri circa (*PC*), il quale volge subito trasversalmente in fuori, e giunto al collo del perone lo contorna, costeggiando il *nervus peroneus communis* inferiormente. Scende poi in basso e obliquamente all'innanzi insieme al *nervus peroneus* e termina anastomizzandosi con l'*arteria tibialis antica*, tre centimetri al di sotto della perforazione della membrana interossea tibio-peronea.

Questo vaso è l'*arteria nervi peronei communis* o semplicemente *arteria peronea communis*.

Lungo il suo tragitto emanano parecchi rami collaterali, il più importante dei quali si distacca da essa nel punto in cui s'incurva per gettarsi nell'*arteria tibialis antica*: questo ramo (*RM*) appena originato si insinua tra i due muscoli peronei e si distribuisce ad essi nel terzo inferiore della gamba.

Due centimetri al di sotto della terminazione dell'*arteria peronea communis*, origina dall'*arteria tibialis antica* un robusto ramo (*PS*) che si dirige in basso lungo il perone e addossato al *nervus peroneus superficialis*, costituendo l'*arteria comitans nervi peronei superficialis* o *arteria peronea superficialis*. Quest'arteria, 20 millimetri al di sopra dell'origine del *ramus perforans* dell'*arteria peronea*, perfora la membrana interossea tibio-peronea e si anastomizza nella superficie dorsale della gamba, col *ramus descendens* della peronea. Ventralmente il tronco dell'*arteria peronea superficialis* seguita con un ramo esilissimo che si anastomizza con l'*arteria peronea perforans*.

L'*arteria tibialis antica* (*TA*) si accompagna al *nervus peroneus profundus*, e non presenta particolarità degne di nota.

Ho esaminato otto arti addominali di bambini di età da un mese ad un anno ed ho osservato quanto segue:

Nell'arto addominale destro di un bambino di un mese, che ho riprodotto nella figura 2, si trova un'*arteria peronea communis* (*PC*) molto evidente formata dall'anastomosi di un ramo discendente dell'*arteria genu lateralis inferior* (*GLI*) e di un ramo ascendente dell'*arteria recurrens tibialis antica* (*RT*). Essa decorre parallela al *nervus peroneus communis* (*NP*), ma un pò al di sopra di questo.

Nello stesso soggetto si trova pure l'*arteria peronea superficialis* (*PS*), robusto ramo originato dall'*arteria tibialis antica* (*TA*), un pò

al di sotto dell'origine dell'*arteria recurrens tibialis anterior (RT)*, che si accompagna subito al *nervus peroneus superficialis*. Termina anastomizzandosi col *ramus perforans* dell'*arteria peronea (RP)*, nel punto in cui quest'arteria perfora la membrana interossea. Nel limite tra il terzo medio e il terzo inferiore della gamba, un cospicuo ramo anastomotico (*RA*) unisce l'*arteria tibialis antica* all'*arteria peronea superficialis*.

Nel caso rappresentato nella figura 3, l'*arteria peronea communis (PC)* è un ramo cospicuo che staccatosi dall'*arteria poplitea (AP)* al di sopra dell'origine dell'*arteria genu lateralis inferior*, si accompagna subito al *nervus peroneus communis (NP)*, contorna la testa del perone e si getta nell'*arteria tibialis antica (TA)* un pò al di sotto dell'origine dell'*arteria recurrens tibialis anterior (RT)*.

In questo soggetto l'*arteria peronea superficialis (PS)* nasce dall'*arteria tibialis antica* un poco al di sotto della perforazione della membrana interossea tibio-peronea. È un vaso di calibro considerevole che segue il nervo dello stesso nome e termina nel segmento distale della gamba, disperdendosi con molte diramazioni muscolari destinate specialmente ai due muscoli peronei e all'estensore comune delle dita.

In un altro esemplare (fig. 4) l'*arteria peronea communis (PC)* si distacca dalla poplitea e termina nella *tibialis antica*, come nel caso precedente. L'*arteria peronea superficialis (PS)* si diparte dalla *peronea communis* prima che questa si getti nel tronco della *tibialis antica*. scende in basso accompagnata dal *nervus peroneus superficialis (NPS)* fino al terzo inferiore della gamba, ove si esaurisce con ramuscoli terminali sottocutanei. Questa origine della *peronea superficialis* dalla *peronea communis* sta ad indicare come talvolta la peronea comune possa continuarsi direttamente con l'*arteria peronea superficiale*.

Anche negli altri esemplari esaminati ho sempre trovato, sebbene molto ridotti, i rami arteriosi che accompagnano il nervo peroneo comune e il nervo peroneo superficiale.

Le arterie da me osservate e descritte non si trovano nominate nei libri di Anatomia dell'uomo. È da ricordare tuttavia che Weber [51] descrisse un'*arteria articularis propria capituli fibulae*, la quale, originata dalla poplitea, si dirigeva verso la testa del perone, la circondava

e si esauriva nell'articolazione tibio-peronea. Gli anatomici moderni, fra i quali Cruveilhier [7], Quain [37], Krause [29], Testut [45], Romiti [40], Poirier [35], confermarono solo in parte la descrizione di Weber. Questi Autori infatti ammettono l'esistenza dell'arteria articolare propria della fibula, ma come ramo originato più comunemente dalla *tibialis antica* o dalla *recurrens tibialis antica*, e preferiscono perciò nominarla *arteria recurrens tibialis medialis*. Ora è lecito dubitare che tanto questa, come quella descritta da Weber siano due segmenti distinti di un'unica arteria, ciò che lo studio anatomico comparativo di questi vasi meglio dimostrerà. Per quanto ho potuto osservare in diversi preparati, non si trova generalmente un ramo articolare proprio della testa della fibula, e i vasi che vanno all'articolazione tibio peronea prossimale sono dati da sottili diramazioni provenienti dall'*arteria tibialis antica* o dalla *recurrens tibialis antica*, e più spesso ancora dall'*arteria genu lateralis inferior*. Quindi l'*arteria capituli fibulae* di Weber, sia per l'origine sua dalla poplitea, che per il tragitto parallelo al nervo peroneo comune, è da considerare piuttosto come una ridotta *arteria comitans nervi peronei communis*. Ciò era stato già osservato da Theile [46], il quale vide appunto quest'arteria decorrere vicino al nervo peroneo superficiale, senza dare alcuna diramazione all'articolazione peroneo-tibiale, e la chiamò *arteria peronea superiore o piccola*.

Fra le varietà delle arterie della gamba descritte da altri Autori e che hanno interesse speciale per il nostro argomento, meritano speciale considerazione una osservazione di Pelletan [34], nella quale l'*arteria tibialis antica decorreva immediatamente al di sotto dell'aponeurosi della gamba*, e due altre di Velpeau [49] sulla stessa arteria che egli così descrive: „*Je l'ai vue deux fois devenir superficielle dès le milieu de la jambe. Dans l'un de ces cas, elle sortait comme à l'ordinaire de la poplitée. Dans l'autre, au lieu de traverser le ligament interesseux elle se contournait en dehors du péroné et suivait le trajet du nerf musculo-cutané.*“

Il caso di un'arteria che in sostituzione della *tibialis antica* contorni insieme al nervo peroneo il perone all'esterno, e decorra poi superficiale nella gamba, unico in tutta la letteratura, non solo riesce a noi facile spiegare, ma stabilisce anche meglio l'importanza dell'ar-

terea peronea communis, sia pure questa un vaso di poca entità. Stabilita infatti la presenza di una anche poco sviluppata *arteria peronea communis* e la sua anastomosi con l'*arteria tibialis antica*, è facile immaginare come atrofizzandosi quel segmento di *arteria tibialis antica* che dalla origine sua va alla perforazione della membrana interossea tibio-peronea, possa la *peronea communis* assumere un volume tale da sostituire completamente la porzione assente o atrofica dell'*arteria tibialis antica*. Vedremo in seguito come l'anomalia descritta da Velpeau rappresenti una disposizione embrionale (messa in evidenza da De-Vriese) abnormemente conservatasi nell'adulto (ciò che emergerà dallo studio ontogenetico di quest'arteria) e una disposizione costante in parecchi Ordini di animali inferiori.

Il primo che mise in evidenza l'*arteria comitans nervi peronei* nell'uomo fu il Salvi [42], il quale, nel lavoro già citato dimostra come quest'arteria con le sue diramazioni, e l'*arteria saphena parva* rappresentino nella gamba l'arteria postassiale, che comincia nella coscia con l'*arteria ischiadica*, mentre l'arteria preassiale, che decorre nel lato opposto dell'arto, sarebbe rappresentata dall'*arteria femoralis* nella coscia e dall'*arteria saphena magna* nella gamba.

Nel caso che descrive questo autore l'*arteria comitans nervi peronei*, appena originata dal grosso tronco dell'*arteria saphena parva* volge lateralmente, contorna la testa del perone e s'accompagna al *nervus peroneus communis*. Le sue diramazioni terminali sono: un'*arteria comitans nervi peronei superficialis* che segue il nervo omonimo nel suo decorso e si anastomizza col *ramus perforans* dell'*arteria peronea*, e un'*arteria comitans nervi peronei profondi* che si anastomizza con una diramazione ascendente dell'*arteria tibialis antica*.

Oltre questo caso tipico, l'Autore ha trovato queste arterie più o meno sviluppate in tutti gli individui esaminati (in 180 dissezioni).

Come ho già detto, Salvi ritiene, in base ai dati dell'anatomia comparata e analogamente a ciò che ha dimostrato Hochstetter [25] per il sistema venoso dell'arto inferiore, che primitivamente esista nel lato peroneale dell'arto un sistema di arterie postassiali, i resti del quale sono rappresentati nella coscia dalle anastomosi tra l'*arteria ischiadica* e la poplitea, nella gamba dall'*arteria comitans nervi peronei*

e *arteria saphena parva*, e il tronco comune di queste due arterie è „il vaso che più nettamente conserva la direzione e la posizione dell'arteria primitiva“.

La presenza di un'*arteria peronea communis* nell'uomo e la sua tipica disposizione, come fu descritta dal Salvi [42] ed ora da me, vengono confermate dalle osservazioni fatte sopra l'evoluzione ontogenetica dei vasi arteriosi dell'arto addominale. Non avendo io però osservazioni personali, mi valgo a tal uopo delle ricerche fatte da De-Vriese [50] nei diversi stadi dell'embrione umano.

Secondo questo Autore nell'embrione umano di 10 mm. si trova nel primo segmento dell'arto addominale una grossa *arteria nervi ischiadici*, parallela al *nervus ischiadicus*, ed una piccola *arteria nervi femoralis* che si continua con l'*arteria saphena*.

L'*arteria nervi ischiadici* prima di giungere al ginocchio manda un grosso ramo che segue il *nervus peroneus communis* ed è l'*arteria nervi peronei communis*, la quale contorna il margine peroneale dell'arto e giunge così nella regione ventrale della gamba ove diventa *arteria nervi peronei profundis*.

L'altro ramo dell'ischiadica si continua nella superficie dorsale della gamba.

Tali disposizioni rimangono immutate in embrioni di 10,5—11—12 e 13 millimetri.

In embrioni di 16 mm. comincia a ridursi l'*arteria nervi ischiadici*, mentre aumenta di volume l'*arteria nervi femoralis*; un'ampia anastomosi prossimale si stabilisce tra l'*arteria nervi interossei cruris* (o *arteria peronea*) e l'*arteria nervi peronei profundis*.

A 20 millimetri si trovano modificazioni vascolari importanti.

L'*arteria nervi femoralis* è già molto sviluppata e fornisce un'*arteria profunda femoris*, poi contorna il femore e riceve l'*arteria nervi ischiadici*, già ridotta ad un vaso insignificante. Il *nervus peroneus communis* è accompagnato da un piccolo ramo vascolare; l'*arteria nervi peronei profundis* è sempre molto evidente, ma riceverà ora la maggior parte del sangue dalla grossa perforante prossimale che origina dall'*arteria femoralis*.

Questa disposizione, con piccole variazioni, rimane definitiva nell'adulto.

Le osservazioni fatte da De-Vriese [50] sopra le arterie dell'arto inferiore dell'embrione umano vengono a spiegare esattamente la presenza dell'*arteria peronea communis* descritta da Salvi [42] e da me nell'adulto.

Infatti l'*arteria nervi peronei communis* che nell'embrione è una cospicua diramazione dell'*arteria ischiadica*, in seguito all'atrofia di quest'arteria, si atrofizza anch'essa, non tanto però da non restarne quasi costantemente le tracce; nell'adulto poi origina dalla poplitea, arteria che è bene ricordare conserva, almeno nel suo primo tratto, il grado di via sanguigna postassiale. La varietà descritta da Velpeau [49] dimostra la possibilità di ripetersi la disposizione primitiva.

Nei casi finora conosciuti (Salvi [42] ed io stesso) l'*arteria peronea communis* comunica con l'*arteria tibialis antica*, termina anzi in essa, e questa unione sta a rappresentare l'antica continuazione della *peronea communis* nella regione attualmente attraversata e vascolarizzata dall'*arteria tibialis antica*. Nei casi infine nei quali il residuo dell'*arteria peronea communis* non è dato da alcun ramo particolare, esso è rappresentato da quella comunicazione che generalmente si riscontra tra *arteria recurrens tibialis antica* e *arteria genu lateralis inferior*.

Dal punto di vista morfologico mi sembra ora opportuno determinare la vera disposizione delle arterie della superficie ventrale della gamba, specialmente riguardo all'*arteria tibialis antica*. Con questo nome si deve intendere solo quel segmento di arteria che, comunque originato, percorre ventralmente e profondamente la superficie ventrale della gamba e si estende fino al piede. Però, siccome nell'uomo questo tratto di arteria si trova in intimo rapporto col nervo peroneo profondo, merita meglio il nome di *arteria peronea profunda*.

Quanto poi all'origine, si sa che nell'uomo quest'arteria è la continuazione di un ramo della poplitea che perfora l'estremità prossimale della membrana interossea tibio-peronea: ora il segmento di arteria che dall'origine sua (dalla *poplitea*) va alla superficie anteriore della gamba attraverso la membrana interossea (che da tutti gli scrittori di libri di anatomia viene compresa ugualmente con l'*arteria tibialis antica*), sia per il decorso e i rapporti suoi, sia perchè primitivamente

non è altro che un semplice ramo perforante di poca importanza che può anastomizzarsi con l'*arteria tibialis antica* o *peronea profunda* data dalla *peronea communis*, deve chiamarsi più propriamente *arteria perforans cruris proximalis*. A questa fa riscontro l'*arteria perforans cruris distalis* (o *peronea perforans* degli Autori) che ha un rapporto di volume inverso a quello della precedente. Queste due arterie perforanti quasi costantemente si anastomizzano una con l'altra. Se poi, permanendo la condizione embrionale, la *peronea communis* si continua con la *peronea profunda*, la *perforans cruris proximalis* non esiste o è atrofica.

Possono infine essere atrofiche tanto la *perforans cruris proximalis* quanto la *peronea communis*. In tal caso esse si esauriscono ben presto nei muscoli della gamba e al piede vengono sostituite dalla *perforans cruris distalis*.

Fra i rami più importanti dell'*arteria peronea profunda* (o *tibialis antica*), si trova, nei casi da me descritti, un'*arteria peronea superficialis*.

Haller [18] che osservò per primo quest'arteria (alla quale non dà nome particolare) la vide nascere dall'*arteria recurrens tibialis anterior*, e discendere in basso lungo la fibula.

Per quante ricerche io abbia fatto nella letteratura nessun anatomico accennò in seguito a quest'arteria fino ad Hyrtl [23] che ne ha dato una descrizione abbastanza esatta. Questo autore infatti chiamò *ramus fibularis* dell'*arteria tibialis antica* l'arteria già menzionata da Haller [18], rilevò la sua costanza, e, quanto all'origine, l'osservò nascere più spesso della *tibialis antica* che dalla *recurrens tibialis antica*. Comunque originato, il *ramus fibularis* penetrava nella massa carnosa comune dei muscoli, decorreva poi tra il lungo estensore delle dita e il lungo peroneo, e terminava anastomizzandosi con un ramo ascendente dell'*arteria peronea anterior*. Il *ramus fibularis*, secondo lo stesso Autore, è specialmente importante per la genesi di certe anomalie dell'arteria tibiale anteriore, nei casi cioè in cui avviene lo sviluppo non comune di esso e contemporaneamente la mancanza dell'*arteria tibialis antica*.

Dubreuil-Chambardel [9] in un recentissimo lavoro descrive col nome di *arteria collaterale inferiore ed esterna* un grosso ramo

dell'*arteria tibialis antica* che può corrispondere all'*arteria peronea superficialis*. L'*arteria collaterale esterna* nasce al di sotto della parte media della gamba, si dirige all'esterno e in basso e termina anastomizzandosi con le arterie malleolari e col *ramus perforans* dell'*arteria peronea*. L'importanza di questo vaso è data, secondo l'Autore, dal fatto di potersi continuare con esso l'*arteria tibialis antica*.

L'*arteria peronea superficialis* può provenire, come fu descritta da Salvi [42], dall'*arteria peronea communis*, oppure, più frequentemente, come nei casi da me osservati, dall'*arteria peronea profunda*. La sua caratteristica è quella di decorrere insieme al *nervus peroneus superficialis*, e la sua importanza è determinata anche dal fatto che nell'uomo, può talvolta assumere uno sviluppo preponderante sulla stessa *arteria peronea profunda* e costituire quindi il vaso principale della regione ventrale della gamba. Nelle varietà della *arteria tibialis antica superficialis* descritte da Pelletan [34] e da Velpeau [49] non si trattava evidentemente che di una *peronea superficialis* abnormemente sviluppata.

Le arterie peronee *superficialis*, *profunda* e *communis* si trovano costantemente anche negli animali inferiori, dove sono più o meno sviluppate secondo i diversi Ordini, onde risulterà anche meglio la loro importanza dallo studio comparativo che farò di esse nei capitoli seguenti.

Mammalia.

Nei lavori di angiologia dei *Mammiferi*, le notizie più scarse si hanno riguardo all'*arteria peronea communis*, come quella che più facilmente può venir trascurata per la sua estrema sottigliezza, e per la difficoltà quindi di riuscire sempre iniettata. Di vasi omologhi all'*arteria peronea profunda* e alla *peronea superficialis*, sebbene diversamente nominate, si hanno invece accenni abbastanza chiari e qualche volta descrizioni diffuse.

Non ho avuto a mia disposizione che un numero limitato di specie, ma in compenso, di ciascuna di esse ho potuto esaminare parecchi esemplari.

Le specie esaminate sono:

Rodentia: *Lepus cuniculus*, *Cavia cobaya*, *Mus decumanus*.

Perissodactyla: *Equus caballus*, *Equus asinus*.

Artiodactyla: *Bos taurus*.

Insectivora: *Erinaceus europaeus*.

Carnivora: *Canis familiaris*, *Canis vulpes*, *Felis catus*.

Primates: *Macacus rhesus*, *Cercopithecus griseo-viridis*, *Cercopithecus fuliginosus*, *Hapale yaccus*.

Per le specie che non ho potuto studiare per l'impossibilità di procurarmele, mi valgo delle descrizioni fatte da altri Autori.

Chiamerò *arteria perforans cruris proximalis* l'arteria che penetra prossimalmente nello spazio interosseo tibio-peroneo, e *arteria perforans cruris distalis* l'arteria che perfora lo stesso spazio distalmente.

Nel riportare le osservazioni fatte da altri Autori conserverò i nomi dati da essi a ciascuna arteria.

Monotremata.

Nei lavori di Hyrtl [19] e di Zuckerkandl [53] non ho trovato alcun accenno a rami arteriosi che possano corrispondere alle arterie: *peronea communis*, *profunda* e *superficialis*.

Marsupialia.

Hyrtl [22] in *Halmaturus parii*, Parson [33] in *Petrogale xantopus* e Zuckerkandl [53] in *Macropus benetti* e *Macropus thetidis*, non parlano di rami arteriosi che accompagnano il nervo peroneo comune e i suoi rami. Solo Zuckerkandl in *Phascolomys wombat* accenna ad un ramo anastomotico tra l'*arteria tibialis antica* e la *saphena*, il quale accompagna il *nervus peroneus profundus*.

Edentata.

Hyrtl [20] descrive il sistema arterioso di *Manis macrura*, *Myrmecophaga tamandua*, *Bradypus torquatus* e *Orycteropus capensis*.

In *Manis macrura* si trova una rete arteriosa che accompagna l'arteria crurale. Essa, prima di risolversi a sua volta nelle tre reti *tibiale anticum*, *tibiale posticum* e *peroneum*, dà origine ad un piccolo plesso che accompagna il *nervus peroneus communis* e che Hyrtl così descrive: „Das Wundernetz begleitet die Cruralis in die Kniekehle, gibt auf diesem Wege drei stärkere und mehrere schwache Neben-

geflechte in die benachbarte Muskulatur ab, lit. e e e (von welchen eines sich an den Nervus peroneus anlegt, ihn zum Wadenbeinkopf begleitet, und teils in die Wadenmuskeln eindringt, teils mit dem Nerv das Wadenbein umgreift, und seine Stämmchen den Netzen der Arteria tibialis antica beigesellt) und löst

In *Myrmecophaga tamandua* la *Rete mirabile popliteum* dà origine ad un piccolo plesso che si addossa al *Nervus peroneus* e si risolve in rami i quali in parte penetrano nei muscoli (*gastrocnemii*, ecc.), in parte discendono al lato esterno della gamba. — L'*arteria tibialis antica* è plessiforme.

In *Bradypus torquatus* e *Orycteropus capensis*, si trova pure un ramo dell'*arteria cruralis* che accompagna il *nervus peroneus*.

Zuckerlandl [53] in *Bradypus bidactylus* descrive un *plexus tibialis anticus*, il quale, nel segmento distale della gamba, si riunisce in due tronchi che decorrono presso il *nervus peroneus profundus* fin verso l'articolazione tibio-tarsica: qui giunti essi si allontanano dal *nervus peroneus profundus*, poi si riuniscono in un tronco unico, che si addossa al *nervus peroneus superficialis*.

Rodentia.

Ho consultato i lavori di Mivart e Murie [32], Krause [30], Zuckerlandl [52-53], e Salvi [41].

Mivart e Murie [32] in *Dasyprocta cristata* descrivono un grosso ramo originato dalla poplitea, il quale passa all'esterno sotto il capo laterale del muscolo *gastrocnemio*. Non dicono però come esso termini.

Secondo Krause [30] nel coniglio l'*arteria tibialis antica*, ramo della poplitea, decorre superficialmente tra i muscoli *extensor digitorum pedis longus* e *peroneus longus* e termina come *arteria dorsalis pedis*. Col nome di *arteria peronea* viene descritto l'altro ramo della poplitea che decorre profondamente nella gamba e termina sul dorso del piede dove vascolarizza la regione laterale di questo.

Zuckerlandl [53] osservò nel coniglio un ramo dell'*arteria tibialis antica*, il quale discendeva superficialmente con le vene cutanee verso il dorso del piede.

Salvi [41], pure nel coniglio, trovò che l'*arteria tibialis antica*,

prima dell'articolazione tibio-tarsica, talvolta fin dalla perforazione della membrana interossea, si divideva in due rami, uno superficiale, l'altro profondo, i quali giungevano separati fino al dorso del piede per distribuirvisi.

Le mie ricerche si estendono ai generi: *Lepus cuniculus*, *Cavia cobaya* e *Mus decumanus*.

Lepus cuniculus.

(Tav. XVI, fig. 9; Tav. XVII, fig. 13.)

L'*arteria genu lateralis inferior* (fig. 9, *GLI*), appena originata dalla poplitea (*AP*) si dirige all'esterno, dividendosi, dopo un tragitto di pochi millimetri, in due rami: uno superiore o articolare va direttamente all'articolazione del ginocchio, l'altro inferiore o *arteria peronea communis* (*PC*) volge subito in avanti e in basso decorrendo parallela al sottostante *nervus peroneus communis* (*NP*), contorna lateralmente la testa del perone e termina anastomizzandosi a pieno canale con un ramo ascendente dell'*arteria recurrens tibialis anterior*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (fig. 13, *APP*) appena attraversata la membrana interossea volge in basso, ma dopo un percorso di un centimetro si divide in due rami di egual volume, uno profondo, l'altro superficiale. Il ramo profondo o *arteria peronea profunda* (*PP*) si mantiene addossato alla membrana interossea in tutta la sua estensione, passa, a livello del tarso, al di sotto del legamento trasverso e termina sul dorso del piede come *arteria tarsea lateralis* (*TL*). Il ramo superficiale o *arteria peronea superficialis* (*PS*), volge dapprima in avanti e medialmente fino a toccare la superficie laterale della tibia, quindi, dopo aver dato un robusto ramo al muscolo tibiale anteriore, s'incurva di nuovo verso l'esterno, incrociando il sottostante ramo profondo. Giunta in corrispondenza della superficie ventrale del perone scende in basso verticalmente e parallela alla peronea profonda, e termina infine sul dorso del piede come *arteria tarsea medialis* (*TM*).

Il nervo peroneo profondo e il nervo peroneo superficiale sono in intimo rapporto con le arterie omonime.

Nel coniglio, adunque, noi troviamo anzitutto molto sviluppata l'*arteria nervi peronei communis*, ma ciò che è più notevole ancora,

perchè caso molto raro nel maggior numero dei Mammiferi, è la divisione alta dell'*arteria perforans cruris proximalis* in due rami di egual volume che accompagnano rispettivamente il nervo peroneo profondo e il nervo peroneo superficiale fino al dorso del piede e in ultimo alle dita.

L'*arteria tibialis antica* omologa a quella dell'uomo è rappresentata da quel piccolo tratto di arteria che va dalla perforazione della membrana interossea alla sua biforcazione, e dall'*arteria peronea profunda*.

Cavia cobaya.

(Tav. XVII, fig. 14.)

L'*arteria genu lateralis inferior (GLI)* nasce dalla poplitea un pò al di sotto dell'interlinea articolare del ginocchio, si dirige lateralmente, e giunge in corrispondenza della testa del perone dove si divide in due rami: uno più robusto è il ramo articolare vero e proprio, il quale si dirige trasversalmente in avanti e termina nell'articolazione del ginocchio; l'altro (*PC*) poco sviluppato e brevissimo volge obliquamente in avanti, accompagna il nervo peroneo comune, ma solo per un breve tratto del suo percorso, esaurendosi un pò prima di raggiungere un ramo ascendente (*PC*¹) originato dall'*arteria recurrens tibialis antica (RT)*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* appena ha attraversato la membrana interossea si divide nei seguenti rami:

a) una grossa *arteria recurrens tibialis antica (RT)*, la quale si distribuisce abbondantemente all'articolazione del ginocchio e alla porzione prossimale del *musculus tibialis anticus*; solo un esile ramo di essa si dirige lateralmente costeggiando il *nervus peroneus communis*. Come ho già detto, quest'arteriuzza non si unisce al ramo corrispondente della poplitea.

b) un ramuscolo mediale e profondo (*RM*) che si disperde nella porzione prossimale dei muscoli anteriori della gamba.

c) un ramo molto voluminoso (*PS*), vera continuazione dell'arteria, che volge peronealmente, addossato in tutto il suo tragitto al nervo peroneo superficiale, e termina sul dorso del piede anastomizzandosi con l'*arteria dorsalis pedis*, ramo della safena.

Le disposizioni arteriose che ho osservato in questo roditore furono da me costantemente riscontrate in molti esemplari, iniettati tutti col metodo già esposto in lavori precedenti. È importante rilevare che qui l'*arteria comitans nervi peronei* è incompleta per la mancata anastomosi tra i due rami (della *poplitea* e della *perforans cruris proximalis*) che dovrebbero concorrere a costituirla. Si trova inoltre un'*arteria peronea superficialis*, satellite del nervo omonimo, che rappresenta la continuazione della *perforans cruris proximalis*; manca invece l'*arteria peronea profunda*.

Mus decumanus.

(Tav. XVI, fig. 10.)

In due esemplari da me esaminati non si trova alcun ramo arterioso che accompagni il nervo peroneo comune.

È abbastanza sviluppata l'*arteria perforans cruris proximalis* (APP), la quale si continua verticalmente in basso (*arteria tibialis antica*) fino a livello circa del terzo medio della gamba, ove si divide in due rami: uno profondo o *arteria peronea profunda* (PP), satellite del nervo omonimo, si prolunga fino alla regione dorsale del metatarso, l'altro superficiale, o *arteria peronea superficialis* (PS), satellite del nervo peroneo superficiale, si disperde con rami cutanei nella regione tarsica.

Perissodactyla.

Ho consultato i lavori di Chauveau-Arloing [5] e di Zuckerkandl [53]. Secondo questi Autori, l'*arteria tibiale anteriore* dei *Perissodactyli* decorre come nell'uomo, e i rami della *poplitea* sono esclusivamente muscolari e articolari.

Io ho esaminato un esemplare di *Equus caballus* ed uno di *Equus asinus*.

Equus caballus.

L'*arteria poplitea* dà molti rami muscolari, ma nessuna arteria che accompagni il nervo peroneo comune.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, voluminosissima, dopo oltrepassata l'arcata tibio-peronea, si addossa a questa membrana per tutta l'estensione della gamba (*arteria tibialis antica*) e prosegue sul dorso

del piede come *arteria dorsalis pedis*. Il nervo peroneo profondo si addossa a quest'arteria solo in corrispondenza dell'articolazione tibio-tarsica, al di sopra della quale nervo e arteria sono separati dalla porzione muscolare del tibiale anteriore (muscolo flessore del metatarso di Chauveau e Arloing).

Non ho trovato traccia di *arteria peronea superficialis*.

Equus asinus.

L'*arteria poplitea* si continua direttamente con l'*arteria perforans cruris proximalis*, la quale, oltrepassata l'arcata tibio-peronea, scorre profondamente nella regione anteriore della gamba insieme al nervo peroneo profondo (*arteria peronea profunda*), passa con questo sotto il legamento trasverso del tarso e termina come *arteria dorsalis pedis*.

L'*arteria peronea communis* è un vaso abbastanza voluminoso (ha 2 mm di calibro alla sua origine) che si distacca dall'*arteria genu lateralis inferior*, un centimetro dopo l'origine di questa dalla poplitea. Appena originata l'arteria volge lateralmente e in basso passando tra i muscoli dello strato dorsale superficiale della gamba (*gastrocnemii* e *flessore superficiale delle falangi*) e quelli dello strato profondo (*popliteo*, *flessore profondo*, ecc.), e giunge in tal modo nella regione laterale della gamba ove prende intimo rapporto colla porzione terminale del nervo peroneo comune, il quale fin qui ha percorso un tragitto parallelo all'arteria omonima, ma più superficiale, passando cioè non al di sotto, ma al di sopra dei muscoli *gastrocnemii*, fra questi e il muscolo bicipite.

L'*arteria peronea communis* si colloca quindi profondamente tra i due rami di biforcazione del nervo peroneo comune, e segue, come *arteria peronea superficialis* il nervo dello stesso nome fino al terzo inferiore della gamba, ove si esaurisce per rami terminali sottocutanei.

Artiodactyla.

Zuckerkandl [53] descrive in *Mouflon* un ramo dell'*arteria tibialis antica* che decorre col *nervus peroneus superficialis* fino all'articolazione tibio-tarsica.

Bos taurus.

L'*arteria poplitea* in corrispondenza dell'interlinea articolare del ginocchio si dirige un pò lateralmente e all'innanzi, e si addossa più in basso alla tuberosità laterale della tibia. Qui emette una voluminosa *arteria perforans cruris proximalis* la quale penetra nello spazio compreso fra la tibia e il legamento fibroso che rappresenta la porzione prossimale del perone, e diventata anteriore si accompagna al *nervus peroneus superficialis* fino al terzo medio della gamba, dove si disperde con rami terminali.

Il tronco della poplitea, dopo aver dato origine al ramo perforante, contorna il margine laterale della tibia e diventa anteriore nel terzo medio della gamba (corrisponde quindi alla *perforans cruris distalis*), per terminare sul tarso e sul dorso del piede come *arteria dorsalis pedis*.

Insectivora.

Zuckerkandl [53] descrive l'*arteria tibialis antica* del riccio nel modo seguente: l'*arteria poplitea* passa sotto il *musculus popliteus* e diventa *primaria tibialis antica*, la quale qui presenta un lungo ramo dorsale superficiale. Una diramazione di questo ramo, molto sottile, decorre primieramente presso il *nervus peroneus*, si porta in corrispondenza dell'articolazione tibio-tarsica e si anastomizza col *ramus dorsalis* dell'*arteria saphena*.

Secondo Salvi [41], negl'Insettivori, l'*arteria tibialis antica* manda un ramo che arriva sul dorso del piede dove si divide nelle *arteriae metatarseae dorsales* delle tre dita più laterali, essendo data la circolazione del primo e secondo dito dal ramo anteriore della safena.

Ecco quanto ho osservato in

Erinaceus europaeus.

(Tav. XVII, fig. 12.)

Dall'*arteria poplitea*, poco al di sopra dell'origine dell'*arteria genu lateralis inferior*, nasce un grosso tronco arterioso, il quale si divide subito in due rami: mediale e laterale.

a) Il ramo mediale raggiunge il nervo tibiale e si divide a sua volta in un ramo ascendente che segue il nervo tibiale in tutta la sua porzione femorale, e in un ramo discendente e superficiale che costituisce un'*arteria saphena parva* molto sviluppata, la quale si prolunga per tutta l'estensione della gamba, passa dietro il malleolo laterale, e dopo aver dato un piccolo ramo al dorso del piede, termina anastomizzandosi nella pianta del piede con le *arteriae plantares*.

b) Il ramo laterale raggiunge il *nervus peroneus* e a livello di questo si divide a sua volta in due rami: uno ascendente più robusto accompagna il nervo peroneo nella coscia, l'altro discendente più esile (PC) accompagna distalmente il nervo peroneo, esaurendosi dopo un breve percorso, prima che il nervo stesso raggiunga il perone.

Dall'*arteria poplitea* si distacca una ben sviluppata *arteria perforans cruris proximalis* (APP) la quale nel punto in cui perfora la membrana interossea tibio-peronea, e talvolta anche prima, dà origine ad un cospicuo ramo ricorrente che si disperde nell'articolazione del ginocchio (*arteria recurrens tibialis antica*, RT). Dopo perforata la membrana interossea, il tronco della perforante volge in basso e si divide ben presto in due rami, uno profondo, l'altro superficiale.

Il ramo profondo, *arteria peronea profunda* (PP) rimane addossato alla membrana interossea e si esaurisce nel terzo superiore della membrana stessa; il ramo superficiale, *arteria peronea superficialis* (PS) si addossa al nervo peroneo superficiale situandosi tra il *musculus peroneus longus* e l'*extensor digitorum longus*. A livello del terzo medio della gamba il ramo superficiale diventa sottocutaneo, passa quindi sul tarso e giunge al dorso del piede dove si anastomizza con l'*arteria dorsalis pedis*, continuazione del ramo anteriore della safena.

Come nella cavia troviamo anche nel riccio prevalentemente sviluppata l'*arteria peronea superficialis*, mentre l'*arteria peronea profunda*, atrofica, si esaurisce nella gamba. È pure incompleta, come nella cavia, l'*arteria peronea communis* (PC).

Carnivora.

Ellenberger e Baum [13] descrivono fra le diramazioni dell'*arteria tibialis antica* un ramo superficiale che si accompagna al nervo pero-

neo superficiale, e si dirige verso le dita dando uno o due ramuscoli anastomotici per il ramo dorsale della safena e rami cutanei. La sua terminazione costituisce l'arteria collaterale peroneale del quinto dito.

Zuckerlandl [53] accenna pure nel cane ad una diramazione dell'*arteria tibialis antica*, la quale accompagna il *nervus peroneus superficialis* fino al dorso del piede.

Reighard e Jennings [38] descrivono nel gatto un *ramus superficialis* che si distacca dall'*arteria tibialis antica* nel segmento superiore di essa, e insieme al nervo peroneo superficiale passa dapprima sotto il *musculus peroneus longus*, poi diventa superficiale e si prolunga fino al dorso del piede dove si unisce ai rami terminali della safena.

Ecco quanto ho osservato in *Canis familiaris*, *Canis vulpes*, *Felis catus*.

Canis familiaris.

(Tav. XVII, fig. 15.)

L'*arteria peronea comune* (PC) è rappresentata da un ramo dell'*arteria genu lateralis inferior*. Essa scende in basso lungo il margine laterale del ginocchio, contorna la testa del perone e si disperde nella superficie anteriore di quest'osso.

L'*arteria recurrens tibialis anterior* (RT) è molto robusta e ramificata, però nessuno dei suoi rami arriva ad unirsi al ramo peroneo della poplitea. Essa origina dalla *perforans cruris proximalis* (APP), la quale per il cospicuo volume è la continuazione della poplitea.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) appena ha perforato la membrana interossea volge direttamente in basso (*arteria tibialis antica*) e giunta al terzo medio della gamba si divide in due rami: uno profondo, o *arteria peronea profunda*, vera continuazione del tronco principale, si addossa al nervo omonimo e si continua con la *dorsalis pedis*; un altro superficiale, o *arteria peronea superficialis*, decorre superficialmente nella gamba insieme al nervo peroneo superficiale, e si esaurisce sul dorso del piede.

I rapporti tra l'arteria e il nervo peroneo superficiale sono i seguenti: l'arteria, appena originata, passa al di sotto del nervo peroneo profondo, poi sotto il nervo peroneo superficiale, lo avvolge come a

spirale e si colloca medialmente ad esso. Termina in ultimo sul dorso del piede anastomizzandosi ad angolo acuto col ramo anteriore dell'arteria safena.

Canis vulpes.

Non esiste l'*arteria peronea communis*.

L'*arteria poplitea* si continua con la *perforans cruris proximalis*, la quale, dopo perforata la membrana interossea tibio-peronea, scende in basso e si accompagna al nervo peroneo profondo, meritando quindi il nome di *arteria peronea profunda*. Da questa, nel limite tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba di distacca un'arteria peronea superficialis abbastanza sviluppata, che segue il nervo omonimo fino all'estremità distale della gamba, ove si anastomizza a pieno canale con una *arteria perforans cruris distalis*.

Felis catus.

(Tav. XVI, fig. 11.)

Non troviamo alcun ramo della poplitea che accompagni il nervo peroneo comune. Esiste però, ed è frequente anche nella volpe, un ramo ricorrente peroneo (*RF'*) originato dalla *perforans cruris proximalis*.

L'*arteria peronea superficialis* (*PS*) ha la stessa origine e la stessa disposizione di quella già descritta in *Canis vulpes*; solo in *Felis catus* ha un calibro maggiore e termina disperdendosi per rami terminali sul tarso e sul dorso del piede.

L'*arteria peronea profunda* (*PP*) è rappresentata dalla continuazione della *perforans cruris proximalis* e termina con la *dorsalis pedis*.

Chiroptera.

Zuckerkandl [53] descrive le arterie dell'arto addominale di *Pteropus edulis* nel modo seguente:

Il tronco dell'*arteria femoralis* passa nell'*arteria saphena*.

L'*arteria ischiadica*, all'uscita dalla cavità pelvica è divisa in due tronchi: il tronco mediale penetra nella profondità del lato posteriore della gamba e potrebbe corrispondere all'interossea; questa manda una *primaria tibialis antica*. Il tronco laterale si piega presso il *nervus*

peroneus intorno alla fibula per decorrere distalmente, col ramo superficiale di questo nervo, verso il dorso del piede.

Secondo Grosser [16] in *Vesperugo noctula*, *Rhynolophus hipposideros*, *Rhyn. ferrum equinum*, l'*arteria ischiadica* si divide in due rami terminali: di questi uno si distribuisce all'articolazione del ginocchio; l'altro ramo si unisce al *nervus peroneus*, dà l'*arteria surae lateralis*, poi insieme al nervo contorna la testa della fibula e scende in basso come secondaria *arteria tibialis antica*, tra il *m. extensor digitorum communis* ed *extensor digiti V* fino al dorso del piede. Quindi l'Autore prosegue: il decorso dell'*arteria tibialis antica* intorno alla testa della fibula è caratteristico per la famiglia (Vespertilionidi), negli altri Chiroterteri si trovano disposizioni anomale.

Nei Rinolofidi invece l'*arteria ischiadica* perfora lo spazio interosseo e si unisce al *ramus profundus* del *nervus peroneus*.

Da quanto ho esposto risulta che in questi animali (eccetto i Rinolofidi) l'arteria principale della coscia (*arteria ischiadica*) si continua direttamente con un grosso vaso che corrisponde, per disposizione e rapporti, all'*arteria peronea communis*. Questa, giunta nella superficie ventrale della gamba, segue, come *arteria peronea superficialis*, il nervo omonimo. È atrofico invece il ramo che perfora la membrana interossea tibio-peronea (*arteria perforans cruris proximalis*).

In base a questa descrizione possiamo ora stabilire le omologie tra le disposizioni arteriose dei Chiroterteri e quelle degli altri Mammiferi.

Il ramo laterale di biforcazione dell'*arteria ischiadica* dei Chiroterteri (*Pteropus*, *Vespertilionidi*) corrisponde a quel piccolo vaso descritto col nome di *arteria peronea communis* negli altri Mammiferi, nei quali origina talvolta dalla poplitea, talora anche dall'*arteria genu lateralis inferior*. Nei Chiroterteri poi l'arteria peronea comune si continua con la peronea superficiale che rappresenta quindi il vaso principale della regione ventrale della gamba. Negli altri Mammiferi invece il vaso principale della gamba è l'*arteria peronea profunda*, eccetto i Roditori e gl'Insettivori nei quali trovasi maggiormente sviluppata l'*arteria peronea superficialis*. Nei Mammiferi è anche rara la continuazione della peronea comune nella peronea superficiale o semplicemente la

comunicazione diretta di questi due vasi. Tale unione è costante in vertebrati più bassi (*Amphibia*) mentre nei Mammiferi si riscontra solo eccezionalmente; io però l'ho potuta osservare nell'uomo stesso.

Prosimiae.

In *Lemur rufus* (Hyrzl [21]) l'*arteria tibialis antica* non decorre sulla membrana interossea, ma lungo il margine esterno del *musculus tibialis anticus*, e termina sul dorso del piede come *arteria dorsalis pedis externa*.

Questa descrizione fa supporre che il vaso descritto come *arteria tibialis antica* abbia un decorso superficiale, e che corrisponda, nella maggior parte del suo tragitto, ad un'*arteria peronea superficialis*.

In *Lemur varius* e *Lemur catta* (Zuckerlandl [53]) l'*arteria tibialis antica* si esaurisce negli estensori delle dita; essa però presenta un ramo discendente, il quale insieme al *Nervus peroneus superficialis* arriva al dorso del piede e si dissolve qui in alcune arterie metatarsee.

Secondo le descrizioni di Hyrzl [21] e di Zuckerlandl [53] troviamo in quest'ordine esattamente descritta l'*arteria nervi peronei superficialis* e il suo rapporto col nervo omonimo; la *peronea profunda* è forse rappresentata da quei rami che si distribuiscono ai muscoli estensori delle dita. Non troviamo cenno alcuno di arteria omologa alla *peronea communis*.

Primates.

Nei lavori di Stahl [44], Theile [47], Ficalbi [14], Eisler [12], Zuckerlandl [52-53], Sperino [43], Salvi [41], Popowsky [36], non si parla di rami arteriosi che seguano il *nervus peroneus communis*. Solo Rojecki [39] fra i rami della poplitea descrive un „ramo che accompagna il nervo sciatico popliteo esterno“, in *Macacus cynomolgus* e *Macacus sinicus*.

Nelle stesse specie, l'*arteria tibialis antica* da questo Autore è così descritta: „Après un très court trajet sur la face antérieure de la jambe la tibiale antérieure se divise en deux branches terminales: l'interne pénètre dans le muscle tibial antérieur en lui donnant

plusieurs rameaux, se rapproche du tendon de ce muscle et l'accompagne jusqu'au cou-de-pied avec les branches de la pédieuse. La branche externe se porte en bas et en dehors pour se loger entre le long peronier lateral et l'extenseur commun auxquels elle donne des rameaux, elle devient ensuite sous-aponévrotique et descend sur la face externe de la jambe jusqu'à la malléole externe." Questo ramo esterno corrisponde molto chiaramente alla nostra *arteria peronea superficialis*.

Eisler [12] nel Gorilla, trovò un grosso ramo dell'*arteria tibialis antica*, il quale decorreva in basso sulla fibula, sotto i muscoli peronei. Lo chiamò *arteria peronea antica*, e credette che fosse omologo all'*arteria malleolaris anterior* dell'uomo.

Dagli altri autori già nominati l'*arteria tibialis antica* è descritta nelle varie specie di scimmie, o come semplice ramo muscolare, oppure, nei casi in cui essa si prolunga fino al dorso del piede, come arteria satellite del *nervus peroneus profundus*.

Io ho studiato le arterie degli arti addominali di alcuni esemplari di *Macacus rhesus*, *Cercopithecus griseo-viridis*, *Cercopithecus fuliginosus* e *Hapale yaccus*.

Macacus rhesus.

(Tav. XVI, fig. 6.)

Dall'*arteria poplitea* (AP), a livello dell'interlinea articolare del ginocchio, si distacca un grosso vaso che si dirige con decorso serpentiniforme all'indietro e lateralmente, raggiunge il nervo peroneo comune (NP) e qui si divide: 1° in un ramo ascendente (RNT) che segue nella coscia il nervo tibiale; 2° in un ramo discendente (PC) che rappresenta l'*arteria peronea communis* incompleta. Questa si dirige in avanti costeggiando inferiormente il *nervus peroneus communis* che accompagna fino al perone ove si disperde per rami terminali.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, poco voluminosa, appena perforata la membrana interossea tibio-peronea, si divide in un gran numero di rami. Alcuni, con decorso ricorrente si avvicinano alla terminazione dell'*arteria peronea comune* senza arrivare ad anastomizzarsi con essa; altri rami sono discendenti, e fra questi, due spiccano

per il loro calibro più rilevante (*PP* e *PS*) e perchè decorrono addossati ai due nervi peronei, profondo e superficiale, fino al terzo inferiore della gamba, dove si esauriscono completamente fra i muscoli di questa regione.

Cercopithecus griseo-viridis.

(Tav. XVI, fig. 7.)

In questo esemplare l'*arteria peronea communis* (*PC*) è abbastanza sviluppata e completa. Essa proviene da una grossa arteria muscolare, originata a sua volta dalla poplitea (*AP*), costeggia il margine superiore del nervo peroneo comune (*NP*), e a livello del collo del perone, si anastomizza a pieno canale con un ramo ricorrente dell'*arteria perforans cruris proximalis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*), appena ha perforato la membrana interossea tibio-peronea, dà rami ascendenti, poi si divide, come in *Macacus*, in due rami peronei principali: uno profondo (*PP*), l'altro superficiale (*PS*), entrambi satelliti dei rispettivi nervi peronei. Si esauriscono un pò al di sotto del terzo medio della gamba.

Cercopithecus fuliginosus.

(Tav. XVI, fig. 5.)

L'*arteria peronea communis* (*PC*) nasce direttamente dalla poplitea (*AP*) insieme all'*arteria genu lateralis inferior* (*GLI*), e si colloca al di sopra del nervo peroneo comune che accompagna fino alla testa del perone.

Una diramazione (*RPS*) dell'*arteria perforans cruris proximalis* segue con decorso ricorrente la porzione inferiore del nervo peroneo comune e si avvicina fino alla terminazione dell'*arteria peronea communis* (*PC*). I due vasi non giungono ad anastomizzarsi; non è improbabile però che la non dimostrabile anastomosi sia dovuta all'insufficiente iniezione.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*) si divide in due rami, profondo (*PP*) e superficiale (*PS*) come nelle specie precedenti.

L'*arteria peronea profunda* (*PP*) si esaurisce verso il terzo medio della gamba.

L'*arteria peronea superficialis* (PS) giunta al terzo medio della gamba si getta in un'*arteria perforans cruris distalis* (APD) appena questa ha perforato la membrana interossea tibio-peronea.

L'*arteria perforans cruris distalis* (APD) si dirige in basso continuando il tragitto della *peronea superficialis*, e a livello del terzo inferiore della gamba si divide in un gran numero di ramuscoli arteriosi, i quali si anastomizzano con rami ascendenti (PA) di una terza perforante. Quest'ultima origina in corrispondenza dell'estremità inferiore della gamba, e appare alla superficie ventrale di questa già divisa in due rami: uno ascendente (PA) già nominato, e uno discendente (ML) più cospicuo, che costituisce l'*arteria malleolaris anterior lateralis*.

Hapale yaccus.

(Tav. XVI, fig. 8.)

L'*arteria nervi peronei communis* (PC) nasce dalla poplitea con un tronco comune all'*arteria genu lateralis inferior*, costeggia inferiormente il *nervus peroneus communis* e termina anastomizzandosi con l'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) al di sotto dell'origine dell'*arteria recurrens tibialis antica* (RT).

L'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) dopo aver dato origine alla *recurrens tibialis antica* (RT) e aver ricevuto la terminazione della *peronea communis* (PC) volge in basso e si divide più distalmente che nelle altre specie esaminate in *arteria peronea profunda* (PP) e *arteria peronea superficialis* (PS). Queste arterie, satelliti dei rispettivi nervi peronei, si esauriscono per rami terminali a livello del terzo medio della gamba.

Considerazioni generali e conclusioni.

Dalle osservazioni fatte e da quanto ho potuto raccogliere dai ricercatori che hanno studiato complessivamente le arterie delle estremità addominali dei Mammiferi, si rileva anzitutto la quasi costante presenza delle tre arterie: *peronea communis*, *peronea profunda* e *peronea superficialis*.

Questi vasi hanno una caratteristica costante in tutti i Mammiferi: seguono cioè esattamente i nervi dai quali prendono il nome.

Da questo rapporto deriva anche la loro importanza, in quanto che esso sta a dimostrare, già a primo aspetto, come tali arterie rappresentino quelle vie sanguigne principali, le quali, in un periodo transitorio dello sviluppo ontogenetico, seguivano negli arti addominali il decorso degli stessi nervi.

Esaminiamo ora brevemente ciascuno di questi vasi:

Arteria peronea communis. — Manca nei *Monotremi* e nei *Marsupiali*, o almeno gli Autori da me consultati (Hyrzl, Zuckerkandl) non ne fanno parola nelle loro descrizioni.

Fra gli *Sdentati*, Hyrzl, descrive in *Manis macrura* una vera *arteria peronea communis*, la quale origina dall'*arteria cruralis* e termina nella rete dell'*arteria tibialis antica*.

Nei *Roditori* (*Lepus cuniculus*) si trova completa, accompagna cioè il nervo peroneo comune in tutto il suo tragitto, e si prolunga nella superficie ventrale della gamba fino a congiungersi con l'*arteria perforans cruris proximalis*.

In *Cavia cobaya*, *Erinaceus europaeus* e in alcuni *Primates* (*Macacus rhesus*, *Cercopithecus fuliginosus*) l'*arteria peronea communis* è incompleta, si esaurisce cioè per rami terminali lungo il tragitto del nervo peroneo; ad essa viene incontro talvolta un ramo della *perforans cruris proximalis* che s'arresta lungo il nervo peroneo. È facile intendere che ove questi due rami, aumentando di volume giungessero ad anastomizzarsi a vicenda, si avrebbe un'*arteria peronea communis* completa.

Non l'ho vista negli *Artiodattili* mentre in alcuni *Carnivori* e nei *Primates* è abbastanza sviluppata.

Origine. L'*arteria peronea communis* proviene o dalla poplitea direttamente (*Macacus*, *Cercopithecus*, ecc.), o da un ramo di questa che è il più delle volte l'*arteria genu lateralis inferior* (*Canis familiaris* ecc.) o dall'*arteria ischiadica* (*Chiroptera*).

È nei *Chiropteri* che troviamo rappresentata la disposizione tipica o fondamentale dell'*arteria peronea communis*. In molte specie di

quest'Ordine essa è la vera continuazione dell'*arteria ischiadica*, e si prolunga nella superficie ventrale della gamba accompagnandosi al nervo peroneo superficiale (*arteria peronea superficialis*). Sono atrofiche invece l'*arteria perforans cruris proximalis* e l'*arteria peronea profunda*.

Questa caratteristica disposizione, così diversa da quella osservata normalmente in tutti gli altri Mammiferi, ci richiama le disposizioni che abbiamo già studiato in uno stadio dell'embrione umano (De-Vriese [50]), nel quale l'*arteria ischiadica* si continuava appunto nella gamba con un ramo contornante il perone; disposizione questa che viene sostituita in seguito da quella permanente nella quale il ramo perforante prossimale, prima atrofico, prende il sopravvento. Ciò che adunque nell'uomo si osserva solo nello stato embrionale, nei Chiroteri rimane per tutta la vita.

Negli altri Mammiferi l'*arteria peronea communis* si trova soltanto allo stato di rudimento, e quando manca anche ogni sua traccia, essa è rappresentata da quelle anastomosi che uniscono l'*arteria genu lateralis inferior* all'*arteria recurrens tibialis antica*.

Arteria peronea profunda. — Non è descritta nei *Monotremi* (Hyrtl [19], Zuckerkandl [53]); in tutti gli altri ordini è un vaso abbastanza sviluppato.

Origine:

1. è rappresentata da un prolungamento dell'*arteria perforans cruris proximalis*, o da un ramo di biforcazione di questa (*Marsupialia*, *Edentata*, *Rodentia*, *Perissodactyla*, *Insectivora*, *Carnivora*, *Prosimiae*, *Primates*, *Homo*).

2. può provenire dall'*arteria perforans cruris distalis* (*Artiodactyla*).

Il suo modo di terminazione è in rapporto al suo sviluppo, quindi molto variabile. Più frequentemente essa giunge fino al piede e ivi termina o come *arteria dorsalis pedis* (*Bradypus bidactylus*, *Perissodactyla*, *Artiodactyla*, *Carnivora*), o come *arteria tarsea lateralis* (*Lepus cuniculus*). Quando poi è atrofica si esaurisce a vario livello nei muscoli della gamba (*Primates*).

Arteria peronea superficialis. — Non si hanno osservazioni nei *Monotremi* e nei *Marsupiali*. Manca nei *Perissodattili* (*Equus caballus*).

Origine:

1. è un ramo di biforcazione o la continuazione della *perforans cruris proximalis* (*Rodentia*, *Artiodactyla*, *Insectivora*, *Carnivora*, *Prosimiae*, *Primates*).

2. è la terminazione dell'arteria *peronea communis* (*Chiroptera*, *Equus asinus*).

Quanto alla sua terminazione l'arteria *peronea superficialis* può giungere fino al dorso del piede e qui anastomizzarsi con la *tarsea medialis* o con la *dorsalis pedis*, oppure esaurirsi con rami cutanei e muscolari nella gamba stessa.

Più dettagliatamente ho rappresentato i vari modi di origine e di terminazione delle arterie: *peronea communis*, *profunda*, e *superficialis* nel quadro seguente.

<i>Art. peronea communis</i>		<i>Art. peronea profunda</i>		<i>Art. peronea superficialis</i>		Ordini
origine	terminazione	origine	terminazione	origine	terminazione	
—	—	a. tibialis antica (=perforans crur. prox.)	a. saphena	—	—	<i>Marsupialia</i> (<i>Phascolomys Wombat</i>)
plexus cruralis	plexustibialis anticus	—	—	—	—	<i>Edentata</i> (<i>Maniacrura</i> , <i>Bradypus torquatus</i> , <i>Orycteropus capensis</i>)
a. poplitea	superficie esterna della gamba	—	—	—	—	<i>Edentata</i> (<i>Myrmecophaga tamandua</i>)
—	—	plexustibialis anticus (=perforans crur. prox.)	a. dorsalis pedis	—	—	<i>Edentata</i> (<i>Bradypus bidactylus</i>)
a. poplitea	?	—	—	—	—	<i>Rodentia</i> (<i>Dasyprocta cristata</i>)

<i>Art. peronea communis</i>		<i>Art. peronea profunda</i>		<i>Art. peronea superficialis</i>		Ordini
origine	terminazione	origine	terminazione	origine	terminazione	
a. genu lateralis inferior	a. perforans crur. prox.	a. perforans crur. prox.	a. tarsea lateralis	a. perforans crur. prox.	a. tarsea medialis	<i>Rodentia</i> (<i>Lepus cuniculus</i>)
a. genu lateralis inferior	si esaurisce per rami terminali	atrofica	—	a. perforans crur. prox.	si anastom. con la dorsalis pedis	<i>Rodentia</i> (<i>Cavia cobaya</i>)
—	—	a. perforans crur. prox.	aa. metatarsae	a. perforans crur. prox.	regione dorsale del tarso	<i>Rodentia</i> (<i>Mus decumanus</i>)
a. genu lateralis inferior	si continua con la peronea superficialis	a. perforans crur. prox.	a. dorsalis pedis	a. peronea communis	terzo inferiore della gamba	<i>Perissodactyla</i> (<i>Equus asinus</i>)
—	—	a. perforans crur. distalis	a. dorsalis pedis	a. perforans crur. prox.	rr. muscolari	<i>Artiodactyla</i> (<i>Bos taurus</i>)
a. poplitea	rr. terminali	a. perforans crur. prox.	rr. muscolari	a. perforans crur. prox.	si anastom. con la dorsalis pedis (saphena)	<i>Insectivora</i> (<i>Eri- naceus euro- paeus</i>)
—	—	a. perforans crur. prox.	a. dorsalis pedis	a. peronea profunda	rr. terminali sul dorso del piede	<i>Carnivora</i> (<i>Canis vulpes</i> , <i>Felis catus</i>)
a. genu lateralis inferior (atrofica)	rr. terminali	a. perforans crur. prox.	a. dorsalis pedis	a. peronea profunda	si anastom. con la saphena	<i>Carnivora</i> (<i>Canis familiaris</i>)
a. ischiadica	a. peronea superfic.	—	—	a. peronea communis	aa. metatarsae dorsales	<i>Chiroptera</i> (<i>Pteropus edulis</i> , <i>Vesperugo noctula</i> , <i>Rhynolophus hipposideros</i> , <i>Rhynol. ferr. equinum</i>)
—	—	?	—	a. tibialis antica (=perforans crur. prox.)	aa. metatarsae	<i>Prosimiae</i> (<i>Lemur varius</i> , <i>Lemur catta</i>)
a. poplitea	superficie ant. del perone (rr. term.)	a. perforans crur. prox.	sul dorso del piede	a. perforans crur. prox.	nel malleolo laterale	<i>Primates</i> (<i>Macacus cynomolgus</i> , <i>Mac. sinicus</i>)

<i>Art. peronea communis</i>		<i>Art. peronea profunda</i>		<i>Art. peronea superficialis</i>		Ordini
origine	terminazione	origine	terminazione	origine	terminazione	
a. poplitea	superficie laterale del ginocchio	a. perforans crur. prox.	rr. muscolari	a. perforans crur. prox.	si anastom. con la perforans crur. distalis	<i>Primates</i> (<i>Cercopithecus fuliginosus</i>)
a. poplitea	superficie laterale del ginocchio	a. perforans crur. prox.	3. inferiore della gamba	a. perforans crur. prox.	3. inferiore della gamba	<i>Primates</i> (<i>Macacus rhesus</i>)
a. poplitea	nella perforans cruris prox. dopo la perforazione della membrana interossea	a. perforans crur. prox.	rr. muscolari nel 3. inferiore della gamba	a. perforans crur. prox.	rr. muscolari nel 3. inferiore della gamba	<i>Primates</i> (<i>Cercopithecus griseo-viridis</i> , <i>Hapaleyaccus</i>)

Riassumendo quanto ho già detto si può finalmente concludere:

L'*arteria peronea communis* è costante nell'uomo e negli altri Mammiferi allo stato di rudimento. Solo nei Chiroatteri e nell'embrione umano (De-Vriese) essa rappresenta la vera continuazione del vaso principale (postassiale) del primo segmento dell'arto addominale (*a. ischiadica*).

In tutti i Mammiferi nei quali la *peronea communis* è atrofica si presenta molto sviluppato il sistema delle *arteriae perforantes cruris*. Generalmente le arterie perforanti sono due: una prossimale (*arteria perforans cruris proximalis*) e una distale (*arteria perforans cruris distalis*); quest'ultima è generalmente meno sviluppata della prima e può anche mancare. Ma può darsi che la perforante distale sia voluminosa quanto la prossimale (*Cercopithecus fuliginosus*), e che possa anche (sebbene più raramente) prevalere su questa (*Bos taurus*).

Le arterie *peronea profunda* e *peronea superficialis* si trovano più o meno sviluppate in tutti i Mammiferi, e provengono (ad eccezione dei Chiroatteri, *Perissodattili* ed *Artiodattili*) dalla divisione in due rami uguali o disuguali dell'*arteria perforans cruris proximalis*.

Quanto al volume di questi vasi sono degni di nota i fatti seguenti: esiste generalmente un rapporto inverso di calibro tra *peronea profunda*

e *peronea superficialis*. Così nell'uomo (normalmente) è più sviluppata la *peronea profunda*; lo stesso si osserva in alcuni *Primates*, nei *Perissodattili* e nei *Carnivori*. In altri casi la *peronea profunda* non esiste oppure si esaurisce nei muscoli della gamba, prolungandosi invece la *peronea superficialis* fino al dorso del piede (*Cavia cobaya*, *Erinaceus europaeus*). In ultimo può anche avvenire che entrambe arterie *peronea profunda* e *peronea superficialis* siano ugualmente sviluppate e si prolunghino sul dorso del piede, l'una come *tarsea lateralis*, l'altra come *tarsea medialis* (*Lepus cuniculus*).

In ultimo è da notare che il sistema delle arterie *peronee anteriori* da me descritto è generalmente, nei Mammiferi, poco sviluppato per la presenza del sistema arterioso safeno che spesso assume la vascolarizzazione di tutta la gamba e del piede.

Aves.

Sopra le arterie dell'arto addominale degli Uccelli si trovano dei dati nei lavori di Bauer [3], Uccelli [48], Barkow [2], Meckel [31], Cuvier [8], Hahn [17], Hyrtl [21-22], Chauveau-Arloing [5], Gadow e Selenka [15], Zuckerkandl [53].

Bauer [3] descrive in *Anas* un'arteria *tibialis antica* che penetra nello spazio interosseo tra la tibia e la fibula, e diventata anteriore, si divide in:

a) *ramus tibialis anticus* che distribuisce rami al ginocchio e agli estensori del piede.

b) *ramus fibularis* che discende tra i muscoli inseriti nella parte superiore della fibula e si disperde nella articolazione del metatarso.

Barkow [2] in *Podiceps subcristatus* osservò che l'arteria *poplitea*, continuazione dell'arteria *ischiadica*, passava tra la tibia e il perone a livello dell'estremità prossimale dello spazio interosseo, poi rientrava di nuovo nella superficie posteriore della gamba per continuarsi in basso come *arteria tibialis postica*. Questa, giunta al terzo medio della gamba diventava di nuovo anteriore per costituire l'arteria *tibialis antica*, la quale è accompagnata da una rete mirabile e dalle due diramazioni nervose del *nervus peroneus*.

Questo Autore esaminò pure il sistema arterioso degli arti addominali di *Fulica atra*, *Ciconia alba*, *Ardea cinerea*, *A. stellaris*, *Falco apivorus*, *Corvus cornix*, *Columba linia*, *Anser cinereus domesticus*, *Gallus gallinaceus*. In tutte queste specie le disposizioni delle arterie della gamba sono molto simili a quelle descritte in *Podiceps subcristatus*.

Secondo Hahn [17], in *Anas*, l'arteria poplitea si divide in arteria tibialis antica e arteria tibialis postica. L'arteria tibialis antica è più sviluppata; quando è ancora nella fossa poplitea essa manda rami all'articolazione del ginocchio e ai muscoli gastrocnemii, e un ramo più importante, l'arteria peronea, la quale passa tra la tibia e la fibula e giunge nella faccia anteriore della gamba. L'arteria peronea dà rami che si disperdono nell'articolazione del ginocchio e nei muscoli tibiale anteriore, peroneo, ecc., poi scende in basso lungo il lato esterno della fibula e si divide in due o tre rami che entrano a far parte del plesso tibiale anteriore. L'arteria tibialis antica, dopo aver dato la peronea, discende nel lato posteriore della tibia, poi penetra nel forame situato tra la tibia e il perone, e giunta nella faccia anteriore della gamba, forma il plesso tibiale anteriore. L'arteria tibialis postica si esaurisce con rami muscolari nella regione posteriore della gamba, e si unisce, per mezzo di rami anastomotici, alla tibialis antica.

Hyrtl [22] in *Apteryx australis*, *Grus cinerea*, *Spheniscus demersa*, *Struthio camelus*, *Dromaius novae Hollandiae*, descrive col nome di arteria tibialis antica superior un primo ramo di biforcazione della poplitea che penetra nell'angolo superiore dello spazio interosseo della gamba, si distribuisce al muscolo tibiale anteriore ed estensore delle dita e si anastomizza con l'arteria tibialis antica inferior, altro ramo di biforcazione della poplitea che viene all'innanzi attraverso lo spatium interosseum nel punto in cui la fibula si fonde con la tibia. L'arteria tibialis antica inferior è di calibro maggiore della tibialis antica superior, e termina sul dorso del piede come arteria dorsalis pedis.

Secondo Gadow e Selenka [15] l'arteria poplitea nel maggior numero degli Uccelli si scinde in due rami principali: l'arteria tibialis postica e l'arteria tibialis antica. Quest'ultima a sua volta si divide in:

a) arteria peronealis che penetra tra la tibia e la fibula e si esaurisce sottocutanea nel plexus tibialis anticus;

b) *tronco principale* che discende dapprima nella superficie posteriore della membrana interossea, poi perfora la membrana stessa e diventa anteriore. Termina nelle dita del piede.

Zuckerkindl [53] descrive in *Circus* un'arteria *tibialis antica* molto sviluppata, la quale si divide primieramente in due rami, uno mediale e l'altro laterale. Il primo è destinato agli estensori delle dita, il secondo si divide a sua volta in tre rami, due dei quali vanno ad entrambi i lati del *nervus peroneus*, mentre il terzo decorre con un ramo laterale del nominato nervo.

Nei trattati di Meckel [31], Cuvier [8], Uccelli [48], Chauveau-Arloing [5] non si trovano dati che meritino speciale menzione.

Gli Ordini e le specie di Uccelli da me esaminati sono i seguenti, che designo secondo la classificazione adottata da Arrigoni degli Oddi [1] nel suo Manuale di Ornitologia.

Ord.-Accipitres: *Accipiter nisus* (Salvad.); *Buteo vulgaris* (Salvad.);
Falco tinnunculus (Linn.); *Athene noctua* (Salvad.);
Asio accipitrinus (Gigl.).

Ord.-Passeres: *Corvus corax* (Linn.).

Ord.-Columbae: *Columba livia* (Bonn); *Turtur communis* (Gigl.).

Ord.-Gallinae: *Gallus domesticus*; *Perdix petrosa* (Salvad.); *Coturnix communis* (Salvad.).

Ord.-Grallae: *Ardea cinerea* (Linn.); *Gallinula chloropus* (Salvad.).

Ord.-Anseres: *Anas boschas* (Linn.); *Chroocephalus ridibundus* (Salvad.); *Podiceps fluviatilis* (Gigl.).

Accipitres.

Accipiter nisus.

(Tav. XVII, fig. 16.)

L'arteria *ischiadica*, sviluppatissima, è l'arteria principale dell'arto addominale; non esiste arteria *femoralis*.

Rappresenta l'arteria *peronea communis* un sottile ramoscello dell'arteria *ischiadica*, lungo appena alcuni millimetri.

L'arteria *perforans cruris proximalis* (APP), ramo della *poplitea*, appena perforata la membrana interossea tibio-peronea, dà rami ai

muscoli ventrali della gamba, un breve ramo ricorrente che accompagna per un breve tragitto il nervo peroneo comune, e un ramo più importante dei precedenti, l'*arteria nervi peronei superficialis* (PS) che ne rappresenta la continuazione. Quest'arteria accompagna dapprima il nervo peroneo ancora unico, poi segue strettamente il ramo superficiale di esso, insieme al quale passa sopra il legamento trasverso del tarso, dissolvendosi per rami terminali sul dorso del piede. Nel momento in cui decorre sul legamento trasverso si distacca da essa una cospicua *arteria malleolaris lateralis* (ML).

L'*arteria peronea profunda* (PP) è data dalla continuazione della voluminosa *perforans cruris distalis* o *peronea perforans* (continuazione dell'*ischiadica*). L'*arteria perforans cruris distalis* attraversa lo spazio interosseo tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba, e avvenuta verso il terzo medio della gamba la biforcazione del nervo peroneo, si colloca tra i due rami terminali di questo, passa al di sotto del legamento trasverso insieme al nervo peroneo profondo al quale è intimamente unita, e diventa *arteria dorsalis pedis*.

Buteo vulgaris.

Manca l'*arteria peronea communis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* appena ha perforato l'estremità prossimale della membrana interossea tibio-peronea si divide in due rami lunghi ma sottili:

a) uno mediale è destinato ai muscoli della regione ventrale della gamba.

b) un altro laterale si accompagna, fino al terzo medio circa della gamba, al nervo peroneo (indiviso), si divide poi a sua volta in un ramo superficiale che si esaurisce sotto la pelle della regione tibio-tarsica, e in un ramo più profondo che si addossa alla *perforans cruris distalis* per formare la *rete tibiale anticum*.

L'*arteria perforans cruris distalis* continuazione della poplitea, è un grosso ramo che perfora la membrana interossea tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba, scende in basso insieme al ramo laterale dell'*arteria perforans cruris proximalis*, dando origine lungo il suo tragitto a rami che costituiscono una rete mirabile, e passa al di sotto del

legamento trasverso del tarso insieme al nervo peroneo profondo, per terminare sul dorso del piede, come *arteria dorsalis pedis*.

Falco tinnunculus.

L'*arteria peronea communis* origina dall'*ischiadica*. È sottilissima e segue il nervo peroneo comune solo per un piccolo tratto, non giungendo ad anastomizzarsi con la *perforans cruris proximalis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, poco sviluppata, si divide, appena ha perforato la membrana interossea, in due rami: uno mediale, esclusivamente muscolare, si esaurisce nei muscoli ventrali della gamba, un altro laterale, più robusto del precedente, si accompagna dapprima al nervo peroneo indiviso, poi al ramo superficiale di questo, esaurendosi per rami terminali sottocutanei sul dorso del piede. Il ramo laterale della *perforans cruris proximalis* nel suo tragitto contribuisce alla formazione della *rete tibiale anticum* anastomizzandosi per rami trasversali e obliqui con l'*arteria perforans cruris distalis*. Manda inoltre a livello del terzo medio della gamba, un ramo profondo che insieme alla *perforans distalis* accompagna il nervo peroneo profondo.

La biforcazione del nervo peroneo comune avviene nel terzo medio circa della gamba.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, continuazione dell'*ischiadica*, attraversa lo spazio interosseo tibio-peroneo tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba, scende in basso situata profondamente e dà origine a molte diramazioni che costituiscono la *rete tibiale anticum*. Essa è in intimo rapporto col nervo peroneo profondo insieme al quale passa al di sotto del legamento trasverso del tarso e termina sul dorso del piede come *arteria dorsalis pedis*.

Athene noctua.

(Tav. XVII, fig. 17.)

Dal grosso tronco dell'*arteria ischiadica* (AI), prima che esso penetri nella regione poplitea, si distacca una sottile *arteria peronea communis* (PC) che volge all'innanzi e un pò lateralmente, contorna insieme al nervo peroneo comune (NP) il margine laterale della gamba e termina anastomizzandosi con l'*arteria perforans cruris proximalis* appena questa ha perforato la membrana interossea tibio-peronea.

Dall'arteria *perforans cruris proximalis* (APP), insieme a vari rami muscolari, si diparte una sottile arteria (PS) che scende in basso verticalmente e superficialmente in intimo rapporto col nervo peroneo comune e con la prima porzione dei suoi due rami di biforcazione, e termina anastomizzandosi con l'arteria *perforans cruris distalis* (APD).

L'arteria *perforans cruris distalis* (APD) perfora la membrana interossea tibio-peronea circa a livello del terzo medio della gamba, si colloca tra i due nervi peronei, dando nel suo tragitto piccoli rami che giungono al di sopra del nervo peroneo superficiale, e termina sul dorso del piede (*arteria dorsalis pedis*) passando al di sotto del legamento trasverso insieme al nervo peroneo profondo.

Il nervo peroneo superficiale non è accompagnato da arteria propria.

Asio accipitrinus.

L'arteria *ischiadica* è sviluppatissima. Si ha un'arteria *peronea communis*, per origine decorso e terminazione del tutto simile a quella già descritta in *Athene noctua*.

L'arteria *perforans cruris proximalis* si prolunga in basso fino in prossimità dell'articolazione tibio-tarsica come vaso esclusivamente muscolare, situata tra il *musculus tibialis anticus* e lo strato dei muscoli estensori sottostanti.

Il nervo peroneo comune rimane indiviso fino a livello del terzo medio della gamba, ove si divide in nervo peroneo superficiale e profondo. I due rami così originati volgono in basso paralleli, ma con l'interposizione dell'arteria *perforans cruris distalis*, la quale attraversa lo spazio interosseo come nelle specie precedenti, scende in basso e passa al di sotto del legamento trasverso del tarso col nervo peroneo profondo per distribuirsi sul dorso del piede e alle dita.

Passeres.

Corvus corax.

(Tav. XVII, fig. 18, 19.)

L'arteria *peronea communis* (PC) è rappresentata da un sottile ramo staccatosi dalla poplitea che segue il nervo peroneo comune (NP) per un certo tratto, e si esaurisce libero nella regione laterale del ginocchio.

L'arteria *perforans cruris proximalis* (APP) nasce dalla poplitea,

penetra nell'estremità prossimale dello spazio interosseo, e diventata anteriore si divide in un ramo mediale e uno laterale. Il ramo mediale (*RMT*) si distribuisce ai muscoli estensori delle dita; il ramo laterale (*PS*) s'incurva subito all'innanzi accompagnandosi prima al nervo peroneo comune e continuandosi poi col nervo peroneo superficiale fino alla regione del tarso (*arteria peronea superficialis*).

L'arteria satellite del nervo peroneo profondo è data dalla voluminosa *arteria perforans cruris proximalis*, simile a quella già descritta in specie precedenti.

Columbae.

Columba livia.

L'*arteria peronea communis*, atrofica e incompleta, è costituita da un ramo sottile dell'arteria ischiadica che accompagna il nervo peroneo comune fino in prossimità del margine esterno della gamba. Un ramo ricorrente della *perforans cruris proximalis* si accompagna pure al nervo peroneo andando incontro al precedente senza però anastomizzarsi con esso.

L'*arteria perforans cruris proximalis* si divide in due rami principali: uno si distribuisce ai muscoli ventrali della gamba, l'altro accompagna il nervo peroneo fino all'origine della *perforans cruris distalis*.

L'*arteria perforans cruris distalis*, originata dalla continuazione della poplitea, a livello della biforcazione del nervo peroneo comune (3° medio della gamba) si divide in due rami che corrispondono all'*arteria peronea profunda* l'uno, e all'*arteria peronea superficialis* l'altro. La *peronea profunda*, situata al di sotto del nervo omonimo, si suddivide in una rete mirabile e passa al di sotto del legamento trasverso per terminare anastomizzandosi con la *peronea superficialis* a livello dell'articolazione tibio-tarsica; la *peronea superficialis*, più voluminosa della precedente, si accompagna al nervo peroneo superficiale, passa al di sopra del legamento trasverso e diventa arteria dorsale del piede.

Turtur communis.

(Tav. XVII, fig. 20.)

Manca l'*arteria peronea communis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*), molto esile, perfora prossimalmente la membrana interossea tibio-peronea, e dà subito un

ramo ai muscoli estensori delle dita del piede, poi volge in basso addossata al nervo peroneo e termina anastomizzandosi con l'*arteria perforans cruris distalis*.

L'*arteria perforans cruris distalis* (APD), vera continuazione della poplitea, appena perforata la membrana interossea tibio-peronea (tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba) emette un ramoscello sottile ma lungo che si accompagna al nervo peroneo superficiale fino al dorso del piede: è l'*arteria peronea superficialis* (PS). Il tronco dell'arteria si dirige in basso e profondamente, satellite in tutto il suo tragitto del nervo peroneo profondo (*arteria peronea profunda*, PP) insieme al quale passa al di sotto del legamento trasverso del tarso per giungere sul dorso del piede.

È da notare che mentre in *Columba livia* la *peronea superficialis* era la diramazione più voluminosa, e la *peronea profunda* quella meno sviluppata della *perforans cruris distalis*, in questa specie invece si ha il rapporto inverso.

Gallinae.

Gallus domesticus.

Manca l'*arteria peronea communis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, appena perforata la membrana interossea si risolve in un gran numero di rami muscolari; manda inoltre una diramazione più importante al nervo peroneo superficiale, che accompagna fino al punto di origine dell'*arteria perforans cruris distalis* nella quale il ramo stesso si getta.

Il nervo peroneo comune si biforca nei suoi due rami terminali nella porzione prossimale della gamba.

L'*arteria perforans cruris distalis* perfora la membrana interossea tibio-peronea due centimetri al di sotto dell'origine della perforante prossimale, volge in basso profondamente situata, passa al di sotto del legamento trasverso del tarso col nervo peroneo profondo e termina sul dorso del piede (*arteria dorsalis pedis*). In tutto il suo tragitto nella gamba è accompagnata, medialmente dal nervo peroneo profondo, lateralmente dal nervo peroneo superficiale, il quale a sua volta è ricoperto da piccoli rami arteriosi originati dalla stessa perforante. Giunto al tarso il nervo peroneo superficiale passa al di sopra del legamento

trasverso e insieme alla rete arteriosa che l'accompagna termina sul dorso del piede.

In questa specie l'*arteria peronea profunda* è rappresentata dal prolungamento della *perforans cruris distalis*; la *peronea superficialis* da un ramo della *perforans cruris proximalis*, e dai sottili ramuscoli della *perforans distalis* che avvolgono il nervo peroneo superficiale.

Perdix petrosa.

(Tav. XVII, fig. 21.)

Dall'*arteria ischiadica* (AI), nel punto in cui diventa poplitea, nasce una sottile *arteria peronea communis* (PC) che si porta obliquamente in avanti insieme al nervo peroneo comune e termina nella regione anteriore e superiore della gamba, gettandosi nella *perforans cruris proximalis* (APP) appena quest'arteria ha perforato la membrana interossea tibio-peronea.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) è poco sviluppata; si disperde ventralmente nella gamba vascolarizzando i muscoli di questa regione.

Il nervo peroneo comune, giunto nella regione peronea anteriore, prosegue indiviso in basso fino al limite tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba. A questo livello fuoriesce tra la tibia e la fibula l'*arteria perforans cruris distalis* (APD), alla quale il nervo peroneo si addossa dividendosi subito in due rami, (peroneo superficiale e peroneo profondo), che scendono in basso parallelamente all'arteria, situata in mezzo ad essi. Il primo si allontana dall'arteria in corrispondenza del tarso ove passa al di sopra del legamento trasverso senza arteria satellite; il secondo passa sotto questo legamento insieme all'arteria, e arriva con questa fino alle dita (*arteria peronea profunda*).

Si trova nella gamba una rete mirabile di 5 o 6 arterie formata da diramazioni della *perforans cruris distalis*, con gli stessi rapporti di quest'arteria.

Coturnix communis.

Un'*arteria peronea communis* che accompagni il nervo omonimo in tutto il suo tragitto non si trova in questa specie. Tuttavia da un robusto ramo dell'*ischiadica*, destinato ai muscoli della regione posteriore

della gamba, ho visto staccarsi un'arteria che incrociava il nervo peroneo comune e i tendini che si trovano nella regione laterale della gamba, e terminare anastomizzandosi a pieno canale con un ramo ricorrente della *perforans cruris proximalis*.

L'arteria *perforans cruris proximalis*, dopo la perforazione della membrana interossea si divide in molti rami; i principali sono tre:

1. un ramo anastomotico col sopradetto ramo dell'*ischiadica*.
2. un ramo destinato ai muscoli ventrali della gamba.
3. un ramo che scende in basso addossato al nervo peroneo e si anastomizza con l'arteria *perforans cruris distalis*.

L'arteria *perforans cruris distalis* penetra tra la tibia e la fibula poco al di sopra del terzo medio della gamba, dà talvolta un ramo ascendente che si anastomizza con ramuscoli discendenti della *perforans cruris proximalis*, quindi il tronco dell'arteria, accompagnato superficialmente dal nervo peroneo superficiale, e profondamente dal nervo peroneo profondo, si prolunga in basso fino alle dita, passando col nervo peroneo profondo al di sotto del legamento trasverso.

Grallae.

Ardera cinerea.

(Tav. XVII, fig. 22.)

Dall'arteria *ischiadica* (AI) nasce un'arteria *peronea communis* (PC) molto voluminosa che contorna la superficie laterale delle ossa della gamba seguendo il margine superiore del nervo omonimo. Giunta nella regione anteriore della gamba volge distalmente, e dopo la biforcazione del nervo peroneo comune, s'interpone dapprima fra i due nervi, peroneo profondo e peroneo superficiale, e fa parte in seguito della *rete tibiale anticum* scambiando lungo il suo tragitto rami anastomotici con l'arteria *perforans cruris distalis*. Termina gettandosi nel prolungamento della *perforans cruris distalis* poco al di sopra del legamento trasverso del tarso; nello stesso punto si distacca dalla *perforans cruris distalis* un ramo che passa al di sopra del legamento trasverso insieme al nervo peroneo superficiale, esaurendosi per rami terminali sul dorso del piede e più specialmente nella regione malleolare laterale.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) si distribuisce ai muscoli ventrali della gamba. Da essa originano rami anastomotici (RA) alla *peronea communis*, e un'arteria *recurrens tibialis antica* (RT).

L'*arteria perforans cruris distalis* (APD) originata nel terzo prossimale della gamba, volge in basso situandosi tra il nervo peroneo superficiale e il peroneo profondo a livello del terzo medio della gamba (al di sopra di questo limite si trova tra i due nervi il prolungamento della *peronea communis*), e giunge all'estremità distale di questa ove passa al di sotto del legamento trasverso del tarso insieme al nervo peroneo profondo. Termina come *arteria metatarsae dorsalis* sul dorso del piede. Per il suo intimo rapporto con questo nervo è da considerare come *arteria peronea profunda*.

Durante il suo tragitto si staccano a diverse altezze da quest'arteria alcuni rami sottili che insieme al prolungamento della *peronea communis* formano una rete mirabile (*rete tibiale anticum*).

Gallinula chloropus.

L'*arteria peronea communis* manca.

L'*arteria perforans cruris proximalis* dà medialmente molti rami muscolari, lateralmente un lungo e cospicuo ramo peroneale superficiale. Quest'ultimo si accompagna dapprima al nervo peroneo ancora unico, poi si colloca fra i due rami terminali di questo nervo, i quali decorrono paralleli e separati soltanto da quest'arteria, esaurendosi in ultimo superficialmente nell'estremità distale della gamba.

L'*arteria perforans cruris distalis* origina tra il terzo superiore e il terzo medio della gamba. Essa rappresenta la continuazione dell'arteria *ischiadica* e si comporta esattamente come l'arteria dello stesso nome descritta in *Ardea cinerea*.

Anseres.

Anas boschas.

Manca l'*arteria peronea communis*.

Il nervo peroneo comune si divide a livello della metà circa della gamba nei suoi due rami terminali: il ramo *superficiale* termina nel

piede biforcandosi a livello dello spazio interdigitale laterale per distribuirsi ai margini opposti delle dita, medio e laterale; il ramo *profondo* termina in modo analogo nello spazio interdigitale mediale.

L'*arteria perforans cruris proximalis* emette molti ramoscelli che vanno ai muscoli della gamba, e un ramo più robusto degli altri che scende in basso insieme al nervo peroneo fino al punto in cui questo si biforca. Non si anastomizza con la *perforans cruris distalis*.

L'*arteria perforans cruris distalis*, continuazione dell'*ischiadica*, dopo perforata la membrana interossea tibio-peronea, poco al di sopra della metà della gamba, si colloca tra i due rami di biforcazione del nervo peroneo, scende in basso e passa al di sotto del legamento trasverso del tarso insieme al nervo peroneo profondo, diventando, sul dorso del piede, arteria dorsale del piede.

Chroocephalus ridibundus.

Manca l'*arteria peronea communis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* si prolunga in basso dapprima addossata al nervo peroneo comune, poi al nervo peroneo superficiale e termina gettandosi nell'*arteria perforans cruris distalis* poco al di sopra del legamento trasverso. Essa è omologa alla *peronea superficialis*.

L'*arteria perforans cruris distalis* è molto simile per origine, volume e decorso a quella della specie precedente: essa si colloca tra i due nervi peronei, superficiale e profondo, ma in basso è in più intimo rapporto specialmente con quest'ultimo insieme al quale passa sotto il legamento trasverso per divenire arteria dorsale del piede. Rappresenta l'*arteria peronea profunda*.

Podiceps fluviatilis.

L'*arteria peronea communis*, poco sviluppata, nasce dall'*ischiadica* e decorre al di sopra del nervo peroneo comune che accompagna fino alla regione anteriore della gamba. Dà molti rami ai muscoli vicini e all'articolazione del ginocchio. Non si anastomizza con l'*arteria perforans cruris proximalis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* dopo aver dato alcuni rami muscolari e un grosso ramo satellite del nervo peroneo, giunge al terzo

medio della gamba dove si suddivide in molte diramazioni le quali insieme ad altri rami della *perforans cruris distalis* costituiscono una rete mirabile di 5 o 6 arterie (*rete tibiale anticum*). Questa rete accompagna ed avvolge i due nervi peroneo superficiale e profondo fino all'articolazione del tarso; a questo livello alcuni rami della rete passano, col nervo peroneo superficiale, al di sopra del legamento trasverso del tarso e terminano sul dorso del piede.

L'*arteria perforans cruris distalis* origina nel terzo superiore della gamba e scende in basso situata profondamente ai due nervi peronei; dà ramuscoli anastomotici che insieme a rami della perforante prossimale formano una ricca *rete tibiale anticum*, e accompagnata dal nervo peroneo profondo, passa al di sotto del legamento trasverso per distribuirsi al dorso del piede e alle dita (*arteria dorsalis pedis*).

Alla costituzione della *rete tibiale anticum* prende anche parte un ramo dell'ischiadica, il quale distaccatosi da una grossa arteria muscolare della regione posteriore della gamba volge lateralmente e in avanti raggiungendo la rete arteriosa testè descritta alla quale si unisce intimamente e manda rami anastomotici. Nel segmento inferiore della gamba questo ramo volge di nuovo indietro e termina nella pianta del piede.

Conclusioni.

L'*arteria peronea communis* è negli Uccelli un vaso generalmente poco sviluppato. Essa origina dall'*arteria ischiadica* prima che questa diventi arteria poplitea, e si accompagna subito al nervo peroneo comune insieme al quale giunge nella regione ventrale della gamba. Fa eccezione soltanto *Coturnix communis* nella quale essa, pur nascendo dalla poplitea, non si addossa strettamente al nervo ma lo incrocia lateralmente, descrivendo una ampia curva per andare ad anastomizzarsi con l'*arteria perforans cruris proximalis*.

Il suo modo di terminazione varia specialmente secondo il suo grado di sviluppo. Nei casi in cui essa è poco sviluppata si esaurisce liberamente in un ramo terminale lungo il decorso del nervo peroneo (*Accipiter nisus*, *Falco tinnunculus*, *Corvus corax*, *Columba livia*). Allorchè invece è abbastanza sviluppata termina anastomizzandosi con l'*arteria perforans cruris proximalis*, appena quest'arteria ha

perforato la membrana interossea tibio-peronea (*Athene noctua*, *Asio accipitrinus*, *Perdix petrosa*), oppure può unirsi alla rete tibiale anticum e anastomizzarsi con l'arteria *perforans cruris distalis* (*Ardea cinerea*). Essa quindi si presenta perfettamente identica all'arteria dello stesso nome descritta nei Mammiferi, tanto per l'origine che per i rapporti e la terminazione sua.

La disposizione caratteristica più importante che troviamo nelle arterie della regione anteriore della gamba è quella di due vasi perforanti: uno prossimale, di calibro poco voluminoso, l'altro distale, più considerevole. Hahn [17] li descrive come *arteria peronea* e *arteria tibialis antica*, Hyrtl [21, 22] chiama il primo *arteria tibialis antica superior* e il secondo *arteria tibialis antica inferior*, Gadow e Selenka [15] *arteria peronealis* l'uno, *tronco principale* l'altro. Io ho nominato il primo *arteria perforans cruris proximalis* e il secondo *arteria perforans cruris distalis* perchè li ritengo omologhi ai vasi dello stesso nome descritti nei Mammiferi. Quanto all'origine essi sono emanazione di un unico tronco arterioso (*arteria interossea cruris*).

L'arteria peronea (posteriore o peronea semplicemente) degli Uccelli (come è dimostrato morfologicamente anche per i Mammiferi) rappresenta per volume e per direzione la vera continuazione dell'arteria poplitea: essa decorre dapprima nella superficie dorsale della gamba, addossata alla membrana interossea, poi si scinde in due rami dei quali uno, seguendo il decorso del tronco principale, si prolunga in basso, ed è questa l'*arteria peronea descendens*, l'altro invece perfora la membrana interossea tibio-peronea costituendo un'*arteria perforans cruris distalis* (o *peronea perforans*).

L'*arteria perforans cruris proximalis* origina invece molto in alto dal tronco arterioso della peronea (posteriore) e non raramente dalla stessa poplitea.

Però mentre nei Mammiferi l'*arteria perforans proximalis* è normalmente l'arteria principale della regione ventrale della gamba (e si continua con la classica *arteria tibialis antica*), è ridotta a quasi semplice ramo muscolare negli Uccelli, nei quali assume un volume considerevole l'*arteria perforans distalis*. Si sa che anche nell'uomo il volume del *ramus perforans* della peronea è in ragione

inversa di quello della *tibialis antica* che con frequenza è chiamato a supplire.

Stabilito in tal modo il carattere generale delle arterie che ho preso in considerazione, passo ora ad esaminare il loro rapporto coi nervi di questa regione.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, dopo la perforazione della membrana interossea tibio-peronea si distribuisce principalmente ai muscoli della regione ventrale della gamba; non è raro però osservare un suo prolungamento accompagnare il nervo peroneo superficiale fino a vario livello nella gamba stessa (*Accipiter nisus*, *Buteo vulgaris*, *Falco tinnunculus*, *Corvus corax*, *Gallus domesticus*, *Gallinula chloropus*, *Chroocephalus ridibundus*, *Podiceps fluviatilis*) costituendo un'*arteria peronea superficialis* molto ridotta. È da notare che fra i Mammiferi si ha una disposizione identica in *Bos taurus* ove l'*arteria peronea superficialis* è rappresentata dal ramo terminale della *perforans cruris proximalis*.

L'*arteria peronea superficialis* può provenire anche da un prolungamento o dalla continuazione dell'*arteria peronea communis* (*Ardea cinerea*), oppure da un ramo di divisione o da una semplice diramazione della *perforans cruris distalis* (*Columba livia*, *Turtur communis*).

L'*arteria peronea superficialis* ha uno sviluppo molto variabile nelle diverse specie. Essa infatti può essere un vaso insignificante che accompagna il nervo peroneo superficiale per un tragitto brevissimo oppure può essere tanto sviluppata da prolungarsi fino al dorso del piede (*Accipiter nisus*, *Falco tinnunculus* ecc.). In tutti i casi (eccetto *Columba livia*) è un vaso meno sviluppato della *peronea profunda*.

L'*arteria peronea profunda* è rappresentata in tutte le specie esaminate dal prolungamento della cospicua *arteria perforans cruris distalis*. Lungo il suo tragitto dà origine a molti rami che insieme alle diramazioni terminali della *perforans cruris proximalis* e spesso della stessa *peronea communis* costituiscono la *rete tibiale anticum* interposta ai due nervi peroneo profondo e peroneo superficiale. Il tronco dell'*arteria peronea profunda* accompagnato dal nervo peroneo profondo passa infine al di sotto del legamento trasverso e si continua con l'arteria dorsale del piede.

Circa il volume, quest'arteria è sempre di calibro rilevante; soltanto in *Columba livia* è un vaso sottile, mentre all'opposto prende uno sviluppo considerevole la *peronea superficialis*; evidentemente ciò sta ad indicare il rapporto inverso di volume che esiste fra queste due arterie. Per il fatto poi che i due nervi, peroneo profondo e superficiale, sono molto vicini, quasi addossati, pure essendo originate le arterie corrispondenti da tronchi diversi, esse in seguito si avvicinano e si anastomizzano a vicenda in modo da non essere più ben distinte l'una dall'altra.

È da ricordare infine che in *Bos taurus* (Mammiferi), l'arteria *peronea profunda* è rappresentata dalla continuazione della *perforans cruris distalis*, analogamente alla disposizione tipica degli Uccelli.

Reptilia.

Sauria.

Corti [6] in *Psamnosaurus griseus* chiama *ramus musculo-articularis superior* un'arteria la quale staccatasi dalla *femoralis* in corrispondenza del ginocchio, volge all'esterno e si anastomizza con un *ramus musculo-articularis inferior*. Quest'ultimo a sua volta nasce dall'arteria *tibialis antica*, dopo che questa ha attraversato lo spazio interosseo della gamba ed è descritto dall'Autore nel modo seguente: *Ramus musculo-articularis inferior, qui super os peroneum extrorsum versus commeat, musculisque cruris anterioribus nec non gastrocnemiis vasa largitus, capitulum ossis peronei conscendit, ibique cum ramo musculo-articulari superiore anastomice jungitur.*

Da questa descrizione chiaramente si rileva la presenza in *Psamnosaurus griseus* di una completa arteria *peronea communis*, costituita da un ramo anastomotico contornante il perone lateralmente e che unisce l'arteria *poplitea* all'arteria *tibialis antica*.

Hoffmann [28] nei *Sauri* ed *Hydrosauri* fa menzione, fra i rami della *poplitea*, di un'arteria *recurrens peronea*; non parla però del suo decorso nè del suo modo di terminazione.

Zuckerkandl [53] in *Hatteria punctata* ha osservato che l'arteria *ischiadica* al di sotto del ginocchio, passa tra la tibia e la fibula, decorrendo poi, col nome di arteria *interossea (tibialis antica)* degli

altri Autori) sul lato estensore della gamba verso il dorso del piede. Il nervo peroneo decorre tipicamente ed è accompagnato da una catena arteriosa anastomotica che emerge dall'interossea, analoga a quella che in parecchi Mammiferi congiunge la *primaria tibialis antica* alla *dorsalis pedis*.

In *Alligator lucius*, *Lacerta ocellata*, *Lac. viridis*, *Varanus niloticus*, *Uromastix*, *Macroscincus* e *Zonurus* non si hanno disposizioni molto diverse da quelle descritte in *Hatteria*. Solo in *Varanus* e *Uromastix*, verso il terzo medio della gamba si stacca dall'interossea un ramo collaterale che termina nella pianta del piede. In *Uromastix* manca un *nervus peroneus* tipico e al suo posto si trova un ramo dell'*ischiadicus*.

Io ho esaminato un esemplare di *Varanus arenarius* due di *Chamaeleon africanus* e moltissimi di *Gongylus ocellatus*.

Varanus arenarius.

(Tav. XVIII, fig. 23.)

Il nervo peroneo (*NP*) è indipendente fin dalla sua uscita dal bacino ed è più sottile del nervo tibiale (*NT*).

L'*arteria ischiadica* (*AI*) è il vaso principale dell'arto addominale. Essa prima di passare nella regione poplitea, emette lateralmente un esile e breve ramo collaterale [*arteria peronea communis* (*PC*) incompleta] che segue il nervo peroneo comune, esaurendosi per rami terminali lungo il decorso di questo nervo.

L'*arteria poplitea* quasi nella sua totalità si continua con l'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*), la quale, dopo perforata la membrana interossea tibio-peronea, decorre verticalmente nella superficie ventrale della gamba (come una tipica *arteria tibialis antica*) avvicinandosi al nervo peroneo a mano a mano che scende in basso, finchè arrivata alquanto al di sopra dell'articolazione del tarso si divide in due rami terminali, dei quali non posso dire quale sia la destinazione ultima, perchè nell'esemplare da me esaminato mancava il piede da tutte e due le parti. Nello stesso punto di divisione dell'arteria si osserva anche, in un piano più superficiale, la divisione del nervo peroneo. Evidentemente i due rami terminali dell'arteria corrispondono all'*arteria peronea profunda* e alla *peronea superficialis*.

L'*arteria perforans cruris proximalis* lungo il suo tragitto nella regione ventrale della gamba emette molti rami collaterali destinati specialmente ai muscoli. Fra gli altri, un ramo più importante (*RP*) volge in alto e in fuori addossato al nervo peroneo comune, e si esaurisce dopo breve decorso, prima cioè di raggiungere l'*arteria peronea communis* (*PC*) originata dall'*ischiadica*. È evidente che, ove questi due rami sviluppandosi maggiormente giungessero ad unirsi, si avrebbe un'*arteria peronea communis* completa.

Chamaeleon africanus.

Per la iniezione degli individui di questa specie introducevo una cannula molto sottile nel tronco dell'aorta passandola attraverso il ventricolo del cuore. Ho adoperato la solita massa di Teichmann molto allungata con etere solforico e ottenni in tal modo la replezione dei vasi più piccoli, perfino delle arterie digitali del piede.

In questa specie l'*arteria perforans cruris proximalis*, continuazione della poplitea, si prolunga in basso addossata alla superficie anteriore della membrana interossea tibio-peronea fino al dorso del piede, ove prende il nome di *arteria dorsalis pedis*. A livello della metà della gamba essa manda un'esile collaterale che termina sul dorso del piede gettandosi di nuovo sul tronco della stessa arteria.

Manca l'*arteria peronea communis* e il *nervus peroneus communis*. Al posto di questo, nei due esemplari da me esaminati, si trova un ramuscolo del nervo ischiatico o tibiale, che arriva soltanto fino ai muscoli ventrali della gamba ai quali si distribuisce. Distalmente a sostituire il nervo peroneo si distacca dal nervo tibiale un robusto ramo che perfora la membrana interossea tibio-peronea verso il terzo medio della gamba, e divenuto ventrale, si divide subito in due rami: uno profondo e mediale è in intimo rapporto col prolungamento della *perforans cruris proximalis* insieme alla quale si estende fino alle dita del piede; un ramo superficiale e laterale è accompagnato dal ramo collaterale sopradetto della perforante prossimale, e questo non oltrepassa l'estremità distale della gamba.

In base ai rapporti tra nervi e arterie sono da considerare: omologa all'*arteria peronea profunda* la porzione inferiore dell'*arteria perfo-*

rans cruris proximalis, e omologa alla *peronea superficialis* il piccolo ramo collaterale della stessa arteria.

Gongylus ocellatus.

La tecnica usata per le iniezioni è la stessa che ho descritto nella specie precedente.

Il nervo ischiatico è qui prematuramente diviso nei suoi due rami terminali, i quali accompagnano in tutto il suo tragitto l'*arteria ischiadica*, situata in mezzo ad essi.

Dall'*arteria ischiadica*, fin dalla sua porzione più alta si stacca lateralmente un ramo collaterale sottile ma molto allungato, che entra subito in intimo rapporto col nervo peroneo comune, seguendolo in tutto il suo decorso fino alla regione ventrale della gamba, ove termina molto vicino al punto in cui la *perforans cruris proximalis* perfora la membrana interossea tibio-peronea. In qualche esemplare ho potuto anche osservare l'anastomosi tra queste due arterie.

L'*arteria perforans cruris proximalis*, originata dalla poplitea, percorre verticalmente tutta la regione ventrale della gamba (*arteria tibialis antica*) e termina sul dorso del piede come *arteria dorsalis pedis*. Nel suo tragitto si trova in rapporto col nervo peroneo profondo; è dunque omologa all'*arteria peronea profunda*.

Non ho osservato alcun ramo corrispondente all'*arteria peronea superficialis*; anche il nervo corrispondente è molto sottile.

Conclusioni.

Nei *Sauri* l'*arteria peronea communis* è generalmente poco sviluppata (*Varanus*, *Gongylus*); può anche mancare completamente (*Chamaeleon*). È da notare che in *Chamaeleon africanus* oltre la mancanza di quest'arteria si osserva pure una forte riduzione del nervo peroneo comune, rappresentato solo da un sottile filamento nervoso che si esaurisce nei muscoli della gamba, mentre è sostituito distalmente da una cospicua diramazione del nervo tibiale che perfora la membrana interossea tibio-peronea. Questo fatto non è senza importanza: sta infatti a dimostrare come all'atrofia del nervo peroneo comune corrisponda parimenti l'atrofia o l'assenza della sua arteria satellite.

In tutte le specie si trova l'arteria omologa alla *peronea profunda*, data dal prolungamento della *perforans cruris proximalis*.

L'*arteria peronea superficialis* manca in *Gongylus ocellatus*. È rappresentata da un ramo molto esile della *perforans cruris proximalis* in *Chamaeleon*, e dal ramo laterale di biforcazione della stessa arteria in *Varanus*. In quest'ultima specie la *peronea profunda* e la *peronea superficialis* originano a livello del terzo inferiore della gamba, nello stesso punto in cui si ha la divisione del nervo corrispondente.

Chelonia.

In *Testudo europea*, secondo Bojanus [4], l'*arteria ischiadica*, dopo aver emesso, nella regione poplitea, alcuni rami muscolari e articolari, l'*arteria surale superficiale* e l'*arteria peronea*, passa tra la tibia e la fibula e diventa *arteria tibialis antica*. Quest'arteria si prolunga fino al piede dove costituisce le arterie dorsali e plantari.

Hoffmann [27], nell'opera di Bronn, non dà una descrizione dettagliata delle arterie della gamba dei *Cheloni*.

Zuckerlandl [53] in *Testudo mauritanica* ha osservato quanto segue: l'*arteria ischiadica* è il tronco principale del primo segmento dell'arto addominale; essa si continua nella gamba come *arteria interossea* (corrispondente all'*arteria tibialis antica* di Bojanus), la quale non perfora la membrana interossea, ma seguendo il decorso del *nervus peroneus*, contorna la fibula, giunge nella superficie anteriore della gamba e termina in ultimo sul dorso del piede come *arteria dorsalis pedis*.

Le specie da me esaminate sono: *Testudo graeca*, *Testudo nemoralis*, *Thalassochelys caretta*, *Emys orbicularis*.

Testudo graeca.

(Tav. XVIII, fig. 24.)

L'*arteria ischiadica* (AI) giunta in corrispondenza della regione poplitea dà un ramo sottile che accompagna il nervo tibiale (ramo che rappresenta l'*arteria poplitea*, AP) e si continua lateralmente come *arteria peronea communis* (PC), decorrendo addossata al nervo peroneo comune insieme al quale contorna l'estremità superiore del perone. Giunta nella regione anteriore della gamba, l'arteria si dirige in basso,

situata dapprima lateralmente al prolungamento ancora indiviso del nervo peroneo comune, poi medialmente ad esso, e termina nel terzo inferiore della gamba biforcandosi in un ramo mediale (*PP*) che passa al di sotto del *ligamentum tibio-fibulare*, e in un ramo laterale (*PS*) superficiale che si addossa al nervo peroneo superficiale. Rappresentano il primo l'*arteria peronea profunda*, il secondo l'*arteria peronea superficialis*.

Il nervo peroneo si biforca alquanto al di sopra del punto di divisione dell'arteria in un ramo mediale ed uno laterale. Noto però che il ramo mediale di questo nervo non passa, come l'arteria corrispondente, sotto il legamento tibio-peroneo.

La disposizione arteriosa che ho descritto, cioè la continuazione dell'*arteria ischiadica* nell'*arteria peronea communis*, va soggetta in questa specie a frequenti variazioni. Su quattro individui esaminati l'ho trovata costante nei due arti solo in due di essi. In un terzo esemplare si aveva invece la continuazione dell'arteria ischiadica in un tronco posteriore (*arteria poplitea*) che attraversava la membrana interossea tibio-peronea, e si comportava quindi come una tipica *arteria perforans cruris proximalis*, mentre l'*arteria peronea communis* era rappresentata da un ramo sottile che si anastomizzava con la *perforans cruris proximalis* appena questa aveva perforato la membrana interossea.

Ma ancora più notevole è il fatto che in un quarto esemplare si aveva quest'ultima disposizione da un lato (a destra), mentre dall'altro (a sinistra) permaneva la disposizione descritta come normale, cioè la continuazione dell'arteria ischiadica nella peronea comune.

Testudo nemoralis.

(Tav. XVIII, fig. 25.)

L'*arteria peronea communis* (*PC*) è un ramo sottile ma abbastanza evidente che nasce dall'*ischiadica* (*AI*) prima che questa penetri nella regione poplitea e si addossa subito al nervo peroneo comune (*NP*) insieme al quale contorna la superficie laterale della gamba. Termina gettandosi nell'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*) poco al di sotto della perforazione della membrana interossea tibio-peronea.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (*APP*), continuazione dell'*ischiadica*, è un vaso molto voluminoso che volge in basso

lievemente flessuoso, e in intimo rapporto col nervo peroneo profondo (*NPP*).

Termina come *arteria dorsalis pedis* (*DP*) sul dorso del piede. Verso il terzo medio della gamba emette lateralmente un'arteria peronea superficialis (*PS*) abbastanza cospicua che si accompagna al nervo omonimo, e giunta sul dorso del piede, si disperde nella regione laterale di questo, dopo aver dato un importante ramo plantare (*RP*). Siffatto modo di terminazione della *peronea superficialis* si osserva solo a sinistra; a destra invece l'arteria arriva fino al terzo spazio interdigitale, biforcandosi nelle arterie collaterali dei margini digitali corrispondenti.

Thalassochelys caretta.

(Tav. XVIII, fig. 26.)

L'*arteria ischiadica* (*AI*) prima di diventare *poplitea* emette un grosso ramo plantare (*RPI*) che decorre nella superficie laterale della gamba e termina nella pianta del piede.

L'*arteria peronea communis* è rappresentata da una ricca rete arteriosa (*RPC*) costituita da rami discendenti provenienti dall'*arteria ischiadica* e dal ramo plantare di questa, e da rami ascendenti che nascono dalla *perforans cruris proximalis* (*APP*) appena questa ha perforato la membrana interossea tibio-peronea.

L'*arteria poplitea* si continua con la voluminosa *arteria perforans cruris proximalis* (*APP*) che attraversa lo spazio interosseo nella sua estremità superiore. Dopo un breve decorso in basso l'*arteria perforans cruris proximalis* si divide in due rami principali: uno mediale o *arteria peronea profunda* (*PP*), più grosso e più profondamente situato accompagna il ramo mediale profondo del nervo peroneo (*NPP*) e termina suddividendosi nelle prime due arterie metatarsee dorsali; l'altro laterale o *arteria peronea superficialis* (*PS*), meno sviluppato del precedente, accompagna il nervo peroneo superficiale e termina sul dorso del piede dando origine alle rimanenti arterie metatarsee dorsali.

Emys orbicularis.

L'*arteria ischiadica* accompagna nella coscia i due rami del nervo ischiatico i quali sono ad essa strettamente uniti. Procedendo in basso

si continua con l'arteria poplitea, ma non dà alcun ramo arterioso che accompagni il nervo peroneo comune.

Dall'arteria poplitea si distacca un grosso ramo che perfora la membrana interossea tibio-peronea prossimalmente: è l'arteria *perforans cruris proximalis* che decorre in basso insieme al nervo peroneo profondo, passa sotto il legamento tibio-fibulare (il nervo passa al di sopra) e termina sul dorso del piede (*arteria dorsalis pedis*).

Da quest'arteria, specialmente nella sua porzione prossimale, partono molte diramazioni dirette trasversalmente, le quali vanno ai muscoli di questa regione ed alla pelle; uno di questi rami si trova lateralmente in rapporto con un ramo superficiale del nervo peroneo che accompagna per un breve tratto.

Conclusioni.

Anche nei *Cheloni* si possono riconoscere nelle arterie peronee *communis*, *profunda* e *superficialis* che abbiamo studiato le disposizioni fondamentali già riscontrate nei *Mammiferi* e negli *Uccelli*.

In base a tali disposizioni si possono distinguere nel secondo segmento dell'arto addominale dei *Cheloni*, due tipi principali di circolazione.

Nel I tipo l'arteria principale del primo segmento dell'arto addominale (*arteria ischiadica*) contorna insieme al nervo peroneo la testa del perone (*arteria peronea communis*) e si continua nella superficie ventrale della gamba. L'arteria *perforans cruris proximalis* non esiste o è rudimentaria.

Come abbiamo già visto nello studio dei *Mammiferi*, tale disposizione si trova normalmente in alcuni *Chiropteri* e, come fu accertato da De-Vriese [50] anche nell'embrione umano.

Appartengono a questo tipo: *Testudo mauritanica* (Zuckerlandl) e *Testudo graeca*.

Nel II tipo l'arteria *ischiadica* si continua dorsalmente nella gamba come *arteria poplitea* e questa a sua volta con la *perforans cruris proximalis*. L'arteria *peronea communis*, originata dalla *poplitea* o dall'*ischiadica*, è qui meno sviluppata della precedente.

Presentano tale disposizione: *Testudo graeca* (varietà), *Testudo memoralis*, *Testudo europaea* (Bojanus), *Thalassochelys caretta*.

Confrontando ora le disposizioni e il calibro dell'*arteria peronea communis* dei *Cheloni* con quelle dei *Mammiferi*, apparisce evidente che nei primi la *peronea communis* è sempre un vaso più importante e l'*arteria ischiadica* è costantemente l'arteria principale dell'arto addominale. Tra queste due arterie esiste un certo rapporto dal punto di vista del loro volume e del loro sviluppo: si osserva infatti che in tutti quegli Ordini di animali che possiedono l'*arteria ischiadica* (tra i *Mammiferi* i *Chiropteri*), anche la *peronea communis* è più costante, più sviluppata e più frequentemente rappresenta la continuazione dell'arteria principale del primo segmento dell'arto addominale.

L'*arteria peronea profunda* e la *peronea superficialis* si trovano bene sviluppate in *Testudo graeca*, *Testudo nemoralis*, *Thalassochelys caretta*. In *Emys orbicularis* l'*arteria peronea superficialis* manca o è rudimentaria.

L'*arteria peronea profunda* è la continuazione diretta della *peronea communis* in *Testudo graeca*. In *Testudo nemoralis* e *Thalassochelys caretta* è invece la continuazione dell'*arteria perforans cruris proximalis*.

L'*arteria peronea superficialis* è generalmente meno sviluppata della precedente dalla quale prende origine sia come ramo di divisione, sia come semplice ramo collaterale.

Amphibia.

Urodela.

In *Cryptobranchus japonicus*, secondo Hyrtl [24], si trova un'*arteria cruralis*, la quale, a livello della regione poplitea, manda lateralmente un ramo alla pianta del piede e un altro che attraversa la membrana interossea per collocarsi al posto dell'*arteria tibialis antica*.

In *Salamandra maculosa*, *Rana esculenta* e *temporaria*, le disposizioni arteriose descritte in *Cryptobranchus* non presentano notevoli variazioni.

Secondo Hoffmann [26] l'*arteria cruralis* negli *Urodela*, giunta nella regione del ginocchio emette un grosso ramo analogo alla *tibialis antica*, il quale scorre in basso addossato alla fibula, dà molti rami ai muscoli anteriori della gamba e termina in ultimo nella pianta del piede.

Ho studiato molti esemplari di *Triton cristatus*.

Triton cristatus.

(Tav. XVIII, fig. 27.)

Si trova in questa specie una ben sviluppata *arteria ischiadica* che si continua dorsalmente nella gamba addossata alla membrana interossea (*arteria interossea* secondo la denominazione di Zuckerkandl) e termina nel tarso come *arteria perforans tarsi* (PT).

Verso la metà della coscia dal tronco dell'*ischiadica* si distacca un ramo omologo alla *peronea communis* (PC) che volge subito in basso e in fuori, contorna l'arto lateralmente a livello del ginocchio e termina anastomizzandosi con l'*arteria perforans cruris proximalis* (APP). In alcuni esemplari sembrava piuttosto che un ramo della *perforans cruris* andasse incontro alla *peronea communis* e si anastomizzassero a vicenda.

L'*arteria perforans cruris proximalis* (APP) è un vaso poco sviluppato; dopo perforata la membrana interossea tibio-peronea essa si dirige verticalmente in basso e termina gettandosi nella cospicua *arteria perforans tarsi* (PT).

Conclusioni.

Nei numerosi esemplari di *Triton cristatus* da me esaminati ho sempre riscontrato un'*arteria peronea communis*, la quale, sebbene esile, giungeva ad anastomizzarsi con la pure sottilissima *arteria perforans cruris proximalis*.

Non si ha traccia di rami omologhi alla *peronea profunda* e alla *peronea superficialis*; ciò è in rapporto specialmente alla atrofia della *perforans cruris proximalis*, mentre il vaso principale dell'arto prosegue dorsalmente nella gamba (*arteria interossea cruris*) e termina in ultimo come *arteria perforans tarsi*.

Anura.

Hoffmann [26] descrive negli Anuri un'*arteria ischiadica* la quale si divide in due rami terminali: *arteria tibialis antica* e *arteria tibialis postica*. Non dà però alcuna descrizione del decorso e della situazione di questi rami.

Secondo Ecker [10], nella rana, l'arteria poplitea si divide in un ramo tibiale e in uno peroneo. Quest'ultimo decorre lateralmente al ginocchio insieme al *N. peroneus*, e dopo aver dato molti rami collaterali termina come ramo muscolare nel *M. peroneus*. Il ramo tibiale attraversa un foro della tibia e giunge sul dorso del piede.

Hyrzl [24] in *Rana esculenta* e *R. temporaria* e Zuckerkandl [53] in *Rana esculenta* e *Bufo cinereus* descrivono soltanto il ramo tibiale.

Una descrizione completa delle arterie dell'arto addominale degli Anuri si trova nel recente trattato di Gaupp [11]. Secondo questo Autore, l'arteria poplitea emette lateralmente un grosso ramo (arteria peronea anterior superior) che circonda il ginocchio lateralmente insieme al *N. peroneus* e sbocca nell'arteria peronea anterior inferior, ramo dell'arteria tibialis anterior. L'arteria peronea anterior superior corrisponde alla arteria peronea di Ecker.

L'arteria poplitea scende dorsalmente nella gamba fino quasi al suo terzo medio, dove perfora l'*os cruris* e diventa ventrale col nome di arteria tibialis anterior. Questa si prolunga fino al dorso del piede (arteria dorsalis pedis). Fra i rami collaterali della tibialis anterior uno dei più importanti è l'arteria peronea anterior inferior che riceve la terminazione della peronea anterior superior, poi volge in basso e peronealmente insieme al *N. peroneus lateralis* e termina sottocutanea come arteria cruris lateralis inferior.

Ho studiato le seguenti specie: *Rana esculenta*, *Discoglossus pictus*, *Bufo vulgaris*.

Rana esculenta.

(Tav. XVIII, fig. 28.)

L'arteria ischiadica (AI) un pò al di sopra dell'interlinea articolare del ginocchio emette lateralmente una voluminosa arteria peronea communis (PC), ramo che corrisponde all'arteria peronea di Ecker e all'arteria peronea anterior superior di Gaupp. Appena originata questa arteria volge lateralmente e circonda la tuberosità laterale dell'estremità superiore dell'*os cruris*, poi scende in basso lungo il margine laterale di quest'osso e termina anastomizzandosi col ramo laterale (PS) dell'arteria perforans cruris che verrà fra poco descritto. In tutto il suo tragitto è in intimo rapporto col nervo peroneo comune, e distribuisce molti

ramoscelli alla regione anteriore dell'articolazione del ginocchio. Presso la sua terminazione può mandare anche un cospicuo ramo anastomotico alla grossa vena che decorre satellite ad essa.

L'*arteria ischiadica* (AI), dopo aver dato l'*arteria peronea communis* si continua con l'*arteria poplitea* (AP), la quale, accompagnata dal *nervus tibialis*, scende in basso fino al terzo medio circa della gamba, ove perfora l'*os cruris* e diventa ventrale (APC). Qui prende più propriamente il nome di *arteria perforans cruris* (*arteria tibialis anterior* di Gaupp).

L'*arteria perforans cruris* appena uscita dal canale osseo si divide in due rami: uno laterale (PS) o *arteria peronea superficialis* (*arteria peronea anterior inferior* di Gaupp) che riceve la terminazione della *peronea communis* e si estende fino al tarso distribuendosi alla pelle di questa regione; un altro mediale (PP) o *arteria peronea profunda* che oltrepassa il tarso e giunge fino al dorso del piede (*arteria dorsalis pedis*).

Le due arterie *peronea superficialis* e *peronea profunda* decorrono in intimo rapporto coi corrispondenti rami del nervo peroneo (NP), che si divide nei suoi rami terminali quasi allo stesso livello del punto di divisione dell'*arteria perforans cruris* (APC).

Discoglossus pictus.

L'*arteria peronea communis* originata dall'*ischiadica* si accompagna al nervo peroneo comune e lo segue fin nella regione ventrale della gamba, ma essendo rimasta vuota l'*arteria* verso il terzo medio della gamba non ne ho potuto vedere esattamente la terminazione. Le altre arterie sono simili a quelle di *Rana esculenta*.

Bufo vulgaris.

In alcuni esemplari di questa specie ho osservato le arterie peronee *communis*, *profunda* e *superficialis*, tutte molto simili a quelle descritte con lo stesso nome in *Rana esculenta*.

Conclusioni.

L'*arteria peronea communis* è rappresentata da una cospicua diramazione dell'*ischiadica* che termina anastomizzandosi con l'*arteria per-*

forans cruris. Essa segue in tutto il suo tragitto il nervo peroneo comune.

Non si trova nelle specie esaminate l'*arteria perforans cruris proximalis*. Si ha una sola arteria perforante la quale tanto per l'origine che per la situazione sua corrisponde ad una *perforans cruris distalis*.

L'*arteria perforans cruris (distalis)* rappresenta la continuazione della poplitea e dà origine alle due arterie peronee *profunda* e *superficialis*. La prima è più sviluppata dell'altra; quest'ultima riceve la terminazione della *peronea communis*. Entrambe arterie, *peronea profunda* e *superficialis*, sono pure in intimo rapporto coi nervi omonimi, originati dalla divisione del nervo peroneo comune.

Considerazioni generali.

Dalle osservazioni fatte nell'uomo e nei Vertebrati (Mammiferi, Uccelli, Rettili, Anfibi) e dai confronti stabiliti tra i diversi Ordini studiati, si può finalmente concludere:

Il sistema delle arterie postassiali del primo segmento dell'arto addominale si continua nella gamba dorsalmente con la *poplitea* e l'*interossea cruris*, ventralmente con le arterie: *peronea profunda* e *peronea superficialis*.

L'*arteria peronea profunda* e la *peronea superficialis* originano in due modi diversi: o da un ramo che contorna lateralmente il perone (arteria *peronea communis*) o da due rami perforanti che attraversano la membrana interossea tibio-peronea (*arteria perforans cruris proximalis* e *perforans cruris distalis*).

Nell'embrione umano (De-Vriese) si ha l'origine dalla *peronea communis*, dunque quest'arteria è ontogeneticamente primitiva rispetto alla *perforans cruris*.

Le due perforanti, prossimale e distale, provengono rispettivamente dalla *poplitea* e dalla *interossea cruris*; possono anche rappresentare la continuazione di queste arterie.

Allorchè le arterie *peronea profunda* e *superficialis* originano dalle perforanti si hanno le disposizioni seguenti:

1. Le arterie *peronea profunda* e *superficialis* provengono dalla *perforans cruris proximalis* (Mammiferi, eccetto i *Chiropteri*, e *Rettili*, eccetto *Testudo graeca*).

2. Le arterie *peronea profunda* e *superficialis* provengono dal tronco della *perforans cruris distalis* (*Anfibi*).

3. L'arteria *peronea profunda* proviene dalla *perforans cruris distalis* e la *peronea superficialis* dalla *perforans cruris proximalis* (*Uccelli*).

Dall'Istituto Anatomico di Sassari, marzo 1906.

Bibliografia.

1. Arrigoni Degli Oddi, *Manuale di Ornitologia Italiana*. Hoepli, Milano 1904.
2. Barkow H., *Anatomisch-physiologische Untersuchungen, vorzüglich über das Schlagadersystem der Vögel*. Archiv für Anatomie und Physiologie 1829.
3. Bauer F., *Disquisitiones circa nonnullarum avium systema arteriosum*. Dissert. inaug. Berolini 1825.
4. Bojanus, *Anatome Testudinis europeae*. Vilnae 1819—1821.
5. Chauveau-Arloing, *Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques*. Paris 1890.
6. Corti A., *De sistemate vasorum Psamnosauri grisei*. Vindobonae 1847.
7. Cruveilhier, *Traité d'Anatomie descriptive*. T. III, p. I. Paris 1867.
8. Cuvier Ch., *Leçons d'Anatomie comparée*. Bruxelles 1840.
9. Dubreuil-Chambardel L., *L'artère poplitée et ses branches terminales*. Paris 1905.
10. Ecker A., *Die Anatomie des Frosches*. 2 Abt. Braunschweig 1881.
11. Ecker A. und Wiedersheim R., *Anatomie des Frosches*. Auf Grund einiger Untersuchungen durchaus neu bearbeitet von Dr. Ernest Gaupp. 2 Abt. Braunschweig 1899.
12. Eisler P., *Das Gefäß- und periphere Nervensystem des Gorilla*. Halle 1890.
13. Ellenberger et Baum, *Anatomie du Chien*. Trad. Deniker. Paris 1892.
14. Ficalbi E., *Contribuzioni alla conoscenza della angeologia delle scimmie*. Atti della R. Accademia dei Fisiocritici. Serie IV, Vol. I. Siena 1889.
15. Gadow e Selenka in „*Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs*“. Vögel. Leipzig 1891.
16. Grosser O., *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems der Chiropteren*. Anat. Hefte 1901.
17. Hahn E., *Commentatio de Arteriis Anatis*. Hannover 1830.
18. Haller, *Icones anatomicae*. Gottingae 1881.
19. Hyrtl J., *Beiträge zur vergleichenden Angiologie. Das arterielle Gefäßsystem der Monotremen*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1853.
20. — *Das arterielle Gefäßsystem der Edentaten*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1854.
21. — *Neue Wundernetze und Geflechte bei Vögeln und Säugetieren. Säugetiere. Eigentümlichkeiten des arteriellen Gefäßsystems von Lemur rufus*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. Wien 1864.
22. — *Neue Wundernetze und Geflechte bei Vögeln und Säugetieren. Vögel*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. Wien 1864.
23. — *Über normale und abnorme Verhältnisse der Schlagadern des Unterschenkels*. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XXIII. Wien 1864.

24. Hyrtl J., *Cryptobranchus japonicus*. Vindobonae 1865.
25. Hochstetter F., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Venensystems des Amnioten. *Morphol. Jahrbuch*, Bd. XX, 4. Heft. Leipzig 1893.
26. Hoffmann C. K., in „Bronns Klassen und Ordnungen der Amphibien“. Leipzig und Heidelberg 1873—1878.
27. — in „Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs“. 3. Abt. Reptilien (I. Schildkröten). Leipzig 1890.
28. — in „Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs“. 3. Abt. Reptilien (II. Eidechsen und Wasserechsen). Leipzig 1890.
29. Krause W., *Anatomische Varietäten*. Hannover 1880.
30. — *Die Anatomie des Kaninchens*. Leipzig 1884.
31. Meckel J. F., *Traité général d'Anatomie comparée*. Trad. Schuster. T. IX. Paris 1837.
32. Mivart G. a Murie J., On the Anatomy of the Crested Agouti (*Dasyprocta cristata*). *Proceeding of the Zoolog. Society of London* 1866.
33. Parson F., On the Anatomy of *Petrogale xantopus*, compared with that of other Kangaroos. *Proceeding of the Zoolog. Society of London* 1896.
34. Pelletan, *Clinique chirurgicale*. T. III. 1810 (citato da Dubreuil-Chambardel).
35. Poirier et Charpy, *Traité d'Anatomie humaine*. t. II, fasc. 2. *Angéiologie* par P. Poirier. Paris 1896.
36. Popowsky, Das Arteriensystem der unteren Extremitäten bei den Primaten. *Anat. Anzeiger*, Bd. X, Nr. 3—4, 1894.
37. Quain J., *Trattato completo di Anatomia umana*. Trad. Lachi. Milano 1898.
38. Reighard J. a Jennings H. S., *Anatomy of the cat*. New York 1901.
39. Rojecki F., Sur la circulation arterielle chez le *Macacus cynomolgus* et le *Macacus sinicus*. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*. Paris 1889.
40. Romiti G., *Trattato di Anatomia dell'uomo*. Vol. I.
41. Salvi G., *Arteria dorsalis pedis*. *Memorie della società toscana di Scienze naturali*. Vol. XVII. Pisa 1898.
42. — „*Arteriae superficiales*“ e „*Arteriae comitantes*“ della estremità inferiore. *Monitore Zoologico Italiano*, Anno X, No. 2—3.
43. Sperino C., *L'Anatomia del Chimpanzé (Antropopithecus traglodytes)*. Torino 1897.
44. Stahl H., *Über die Arterien des Cercopithecus fuliginosus*. Rostock 1839.
45. Testut L., *Trattato di Anatomia umana*. Trad. Sperino. Vol. II. Torino 1902.
46. Theile F. G., *Trattato di miologia e di angiologia*. *Enciclopedia anatomica* di Jourdan. Napoli 1857.
47. Theile W., *Über das Arteriensystem von Simia Inuus*. *Müllers Archiv*, 1892.
48. Uccelli F., *Compendio di Anatomia fisiologico-comparata*. Firenze 1825.
49. Velpeau A. L. M., *Nouveaux éléments de médecine opératoire*. Paris 1832.
50. Vriese (De) B., *Recherches sur l'évolution des vaisseaux sanguins des membres chez l'homme*. *Archives de Biologie*. T. XVIII. 1902.
51. Weber, *Handbuch der Anatomie*. T. II (citato da Romiti e Poirier).
52. Zuckerkandl, *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Arterien des Vorderarmes*. *Anat. Hefte*, 1894.
53. — *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Arterien des Unterschenkels und des Fusses*. *Anat. Hefte*, 1895.

Spiegazione delle Tavole.

Indicazioni comuni.

<i>AI</i> = Arteria ischiadica.	<i>RP</i> = Ramus perforans art. peroneae.
<i>PC</i> = Arteria peronea communis.	<i>RA</i> = Ramus anastomoticus.
<i>PS</i> = Arteria peronea superficialis.	<i>RTP</i> = Ramus peroneus dell'arteria recurrens tibialis antica.
<i>DP</i> = Arteria dorsalis pedis.	<i>RM</i> = Ramus muscularis.
<i>TA</i> = Arteria tibialis antica.	<i>PC¹</i> = Ramus fibularis dell'arteria recurrens tibialis antica.
<i>RT</i> = Arteria recurrens tibialis anterior.	<i>RF</i> = Ramus peroneus dell'arteria perforans cruris proximalis.
<i>AP</i> = Arteria poplitea.	<i>RNT</i> = Arteria del nervo tibiale.
<i>GLI</i> = Arteria genu lateralis inferior.	<i>RPS</i> = Ramus recurrens arteriae peroneae superficialis.
<i>MD</i> = Arteria metatarsae dorsalis.	<i>RMT</i> = Ramus muscularis medialis arteriae tibialis anticae.
<i>PP</i> = Arteria peronea profunda.	<i>NT</i> = Nervus tibialis.
<i>TL</i> = Arteria tarsea lateralis.	<i>RPI</i> = Ramus plantaris arteriae ischiadicae.
<i>TM</i> = Arteria tarsea medialis.	<i>RPC</i> = Rete peroneum commune.
<i>S</i> = Arteria safena.	<i>NP</i> = Nervus peroneus communis.
<i>PA</i> = Arteria perforans ascendens.	<i>NPS</i> = Nervus peroneus superficialis.
<i>ML</i> = Arteria malleolaris anterior lateralis.	<i>NPP</i> = Nervus peroneus profundus.
<i>APP</i> = Arteria perforans cruris proximalis.	
<i>APD</i> = Arteria perforans cruris distalis.	
<i>PT</i> = Arteria perforans tarsi.	
<i>APC</i> = Arteria perforans cruris.	

Indicazioni speciali.

Tav. XVI.

- Fig. 1. Uomo. Secondo segmento dell'arto addominale destro. Il nervo peroneo comune è stato spostato in alto. L'arteria peronea communis (*PC*) è molto sviluppata. Esiste anche l'arteria peronea superficialis (*PS*).
- Fig. 2. Bambino. Secondo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (*PC*) origina dall'arteria genu lateralis inferior (*GLI*) ed è completata da un ramo che le viene incontro dalla recurrens tibialis anterior (*RT*). È molto sviluppata l'arteria peronea superficialis.
- Fig. 3. Bambino. Porzione prossimale del secondo segmento dell'arto destro. L'arteria peronea communis (*PC*) nasce dalla poplitea e si getta nell'arteria perforans cruris proximalis.
- Fig. 4. Bambino. Porzione prossimale del secondo segmento dell'arto sinistro. L'arteria peronea superficialis (*PS*) origina dalla peronea communis (*PC*).

- Fig. 5. *Cercopithecus fuliginosus*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis (PC) è incompleta. L'arteria perforans cruris proximalis (APP) dà origine alle due peronee, profunda e superficialis; quest'ultima si getta nella perforans cruris distalis (APD).
- Fig. 6. *Macacus rhesus*. Terzo distale della coscia e terzo prossimale della gamba dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC) è incompleta. L'arteria peronea profunda (PP) e la peronea superficialis (PS), originate dalla divisione della perforans cruris proximalis, si distribuiscono ai muscoli della gamba.
- Fig. 7. *Cercopithecus griseo-viridis*. Terzo distale della coscia e terzo prossimale della gamba dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC) è completa.
- Fig. 8. *Hapale yaccus*. Secondo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC) nasce dalla poplitea e termina anastomizzandosi con l'arteria perforans cruris proximalis (APP). Le arterie peronee profunda e superficialis sono come in *Macacus* e *Cercopithecus griseo-viridis*.
- Fig. 9. *Lepus cuniculus*. Porzione prossimale del secondo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (AC) nasce della poplitea e si anastomizza con la perforans cruris proximalis.
- Fig. 10. *Mus decumanus*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. Manca l'arteria peronea communis.
- Fig. 11. *Felis catus*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. Manca l'arteria peronea communis, e al suo posto si trova un ramo ricorrente della perforans cruris proximalis.

Tav. XVII.

- Fig. 12. *Erinaceus europaeus*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale sinistro. Sono atrofiche le arterie: peronea communis e peronea profunda. È bene sviluppata l'arteria peronea superficialis (PS) che termina anastomizzandosi col ramo anteriore della safena.
- Fig. 13. *Lepus cuniculus*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis si anastomizza con la perforans cruris proximalis. Le due arterie peronea profunda (PP) e peronea superficialis (PS) sono ugualmente sviluppate e arrivano fino al piede.
- Fig. 14. *Cavia cobaya*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. Le arterie peronea communis e peronea profunda sono atrofiche; è ben sviluppata l'arteria peronea superficialis (PS).
- Fig. 15. *Canis familiaris*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis (PC) è atrofica. L'arteria peronea superficialis (PS) si anastomizza con la safena.
- Fig. 16. *Accipiter nisus*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria perforans cruris proximalis (APP) si continua con la peronea superficialis. L'arteria perforans cruris distalis (APD) si continua con la peronea profunda.
- Fig. 17. *Athene noctua*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC) è completa. L'arteria perforans cruris proximalis (APP) si anastomizza con la perforans cruris distalis (APD).
- Fig. 18. *Corvus corax*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria perforans cruris proximalis (APP) si continua con la peronea superficialis (PS).

- Fig. 19. *Corvus corax*. Schema che rappresenta il rapporto delle arterie peronea superficialis e profunda con i nervi omonimi.
- Fig. 20. *Turtur communis*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria perforans cruris distalis si divide in arteria peronea profunda (PP) e peronea superficialis (PS).
- Fig. 21. *Perdix petrosa*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis è completa. Non esiste arteria peronea superficialis.
- Fig. 22. *Ardea cinerea*. Secondo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC), molto sviluppata, si anastomizza con la peronea profunda (PP). Non è stata disegnata la rete tibiale anticum.

Tav. XVIII.

- Fig. 23. *Varanus arenarius*. Secondo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis (PC) è incompleta. L'arteria perforans cruris proximalis si divide nel terzo inferiore della gamba in due rami che corrispondono alla peronea profunda e alla peronea superficialis.
- Fig. 24. *Testudo graeca*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale destro. L'arteria ischiadica (AI) si continua con la peronea communis (PC). È atrofica la poplitea (AP).
- Fig. 25. *Testudo nemoralis*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis (PC) è completa. L'arteria perforans cruris proximalis (APP) si continua con la peronea profunda (PP).
- Fig. 26. *Thalassochelis caretta*. Secondo e terzo segmento dell'arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis è rappresentata da una rete peronea (RPC) ben sviluppata, costituita da rami dell'ischiadica e della perforans cruris proximalis (APP).
- Fig. 27. *Triton cristatus*. Arto addominale destro. L'arteria peronea communis (PC) si anastomizza con la perforans cruris (APC), e questa a sua volta con la perforans tarsi (PT).
- Fig. 28. *Rana esculenta*. Arto addominale sinistro. L'arteria peronea communis (PC) si anastomizza con la peronea superficialis. L'arteria perforans cruris (distalis) si divide in arteria peronea profunda (PP) e peronea superficialis (PS).

Aus der physiologisch-chemischen Abteilung der Kgl. Sächs. tierärztlichen
Hochschule zu Dresden. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Ellenberger.

Über die Funktionen des Duodenums und die funktionelle Identität der Duodenal- und der Pylorusdrüsen.

Von

Arthur Scheunert und Walther Grimmer.

Zur Erläuterung der Überschrift „Über die Funktionen des Duodenums“ soll hier gleich erwähnt werden, dass wir im Sinne der Physiologie unter Duodenum bei den Säugetieren den Anfangsabschnitt des Darmkanals verstehen, in dessen Wand sich ausser den dem ganzen Darmtraktus zukommenden Darmeigendrüsen noch eine zweite Art besonderer Drüsen findet, die nach ihrem Vorkommen beim Menschen als Duodenaldrüsen bezeichnet werden. Diese auf histologischen Forschungen beruhende physiologische Kennzeichnung des Duodenums deckt sich nicht mit dem Verfahren der Anatomen bei Feststellung des als Duodenum zu bezeichnenden Darmabschnittes. Auf diese Frage soll jedoch erst weiter unten näher eingegangen werden. Den nächsten Anlass zu unseren Versuchen über die funktionelle Bedeutung der Duodenaldrüsen und ihre Identität mit den Pylorusdrüsen des Magens gaben histologische, in unserem Institute von Deimler vorgenommene Untersuchungen über die Pylorusdrüsenzzone des Magens und die Duodenaldrüsenzzone des Darmkanales der Haustiere, deren Ergebnisse in einer Monographie¹⁾ und im Auszuge in der internationalen Monats-

¹⁾ *Deimler*, Vergleichende Untersuchungen über die Pylorusdrüsenzzone des Magens und die Duodenaldrüsenzzone des Darmkanals der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Zürich 1904.

schrift für Anatomie und Physiologie 1905 publiziert worden sind. Unter anderem kommt der Autor auch zu dem Schlusse, dass die Pylorus- und Duodenaldrüsen morphologisch identisch seien, dass also die Pylorusdrüsenportion des Magens als ein Darmabschnitt oder die Duodenaldrüsenzzone des Darmes als ein Teil des Magens zu betrachten sei. Es lag deshalb nahe, die fraglichen Drüsenarten von neuem darauf zu prüfen, ob sie auch funktionell identisch seien.

Die Frage nach der Funktion der Duodenal- und Pylorusdrüsen hat ja schon viele Autoren beschäftigt und ist auch in unserem Institute mehrfach bearbeitet worden.

Die Theorie Wasmanns¹⁾, der behauptete, dass die Drüsen der Funduspartie des menschlichen Magens, die sog. Labdrüsen (später Pepsindrüsen genannt) den Magensaft, die Drüsen der Pylorusregion (Schleimdrüsen) nur Schleim produzieren, wurde durch die Untersuchungen Heidenhains²⁾ und seiner Schüler umgestossen. Nach Heidenhains Anschauung wird die Salzsäure des Magensaftes ausschliesslich von den Fundusdrüsen, das Pepsin hingegen sowohl von den Fundus- als auch, obwohl in geringerer Menge von den Pylorusdrüsen gebildet. Von Ebstein und Grützner³⁾ wird zuerst das stetige Vorkommen von Pepsin in den Pylorusdrüsen betont. Die sich hieran anschliessende, die Frage der etwaigen Imbibition des Pepsins in der Pylorusgegend betreffende Diskussion mit Herrendörfer⁴⁾, Wittich⁵⁾, Wolffhügel⁶⁾ u. a., wurde durch neue Untersuchungen von Friedinger, Ebstein und Grützner⁷⁾, Langendorff⁸⁾, Heidenhain und Klemensiewicz⁹⁾ zugunsten der Ansicht entschieden, dass die Pylorusschleimhaut tatsächlich als Bildungsstätte von Pepsin anzusehen ist. Durch die an den landwirtschaftlichen Haustieren ausgeführten Untersuchungen von Ellenberger und Hofmeister¹⁰⁾ wurde dann gezeigt, dass in den tieferen Schichten der nur mit Pylorusdrüsen ausgestatteten Teile der Magenschleimhaut nur verschwindend kleine Pepsinmengen angetroffen werden und dass im Verhältnis zu den Fundusdrüsen der Pepsingehalt der Pylorusdrüsen als ein nur sehr geringer zu bezeichnen ist. Neuere aus der Ellenbergerschen¹¹⁾ Schule hervorgegangene Arbeiten haben ferner dargetan, dass sich bei allen Haussäugetieren Pepsin stets in der Pylorusdrüsenregion vorfindet; auch durch die Arbeiten von v. Klug¹²⁾ dürfte der Nachweis erbracht sein, dass die Imbibitionstheorie fallen zu

¹⁾ De digestionem nonnulla. Inaug.-Diss. Berlin 1839.

²⁾ Pflügers Archiv. XVIII. 1878.

³⁾ Pflügers Archiv. VI u. VIII.

⁴⁾ Inaug.-Diss. Königsberg 1875.

⁵⁾ Pflügers Archiv. VII u. VIII.

⁶⁾ Ibidem. Bd. VIII.

⁷⁾ Loc. cit.

⁸⁾ Arch. f. Anat. u. Phys. 1879.

⁹⁾ Sitzungsbericht der kgl. Akademie der Wissenschaft. mat.-nat. Kl. 1875.

¹⁰⁾ Arch. f. wissenschaftl. u. prakt. Tierheilkunde. IX.

¹¹⁾ Vergl. Physiologie der Haussäugetiere. I. S. 520.

¹²⁾ Ungar. Arch. f. Med. 3. S. 87.

lassen ist und dass die Pylorismucosa ebenso wie die Fundusschleimhaut, wenn auch in geringerem Grade, als Pepsinbildner anzusehen ist. Nach den Untersuchungen Glässners¹⁾ endlich ist die Pylorusschleimhaut als der Entstehungsort eines besonderen proteolytischen Enzyms, des Pseudopepsins anzusehen, dessen Existenz allerdings durch die Untersuchungen von v. Klug²⁾, von Pekelharing³⁾ und von uns als widerlegt anzusehen ist. Während somit bis in die neueste Zeit die Frage des Pepsingehaltes der Pylorusschleimhaut von den verschiedensten Seiten erörtert worden ist, so ist im Gegenteile dazu die *diastatische Wirkung* des Sekretes der Pylorusdrüsen nur sehr wenig beachtet worden. Durch die Untersuchungen Ellenbergers⁴⁾ und seiner Schüler muss aber das Vorhandensein eines daselbst produzierten amylytischen Enzyms in der Pylorusschleimhaut der Pflanzenfresser und des Schweines angenommen werden, wenn demselben auch keine hervorragende Wirksamkeit zuzusprechen ist.

Anders verhält es sich mit der Frage der Produktion von *Labenzym* durch die Pylorusdrüsen. Während nämlich alle früheren Forscher, z. B. Ellenberger, Grützner, Langley, Greenwood⁵⁾, Sommer⁶⁾, Akermann⁷⁾, Pawlow und Schüler⁸⁾ usw. die Labwirkung des Pylorussekretes und der Extrakte der Schleimhaut feststellen konnten, gelangte in neuester Zeit Glässner⁹⁾ auf Grund von Autodigestionsversuchen in alkalischer Lösung zu der Anschauung, dass Chymosin nicht von den Pylorusdrüsen produziert werde, die Pylorusdrüsen mithin als Labbildner nicht in Frage kommen können. Bei den von Bengen und Haane¹⁰⁾ in unserem Institute angestellten Untersuchungen über den Enzymgehalt der Magenschleimhaut des *Schweines* konnte dagegen, trotzdem nach der Versuchsanordnung eine Imbibition von Enzymen ausgeschlossen erscheint, Labenzym in jedem Falle in der Pylorusschleimhaut nachgewiesen werden. Auch wir konnten bei unseren Nachuntersuchungen die Versuchsergebnisse von Bengen und Haane nur bestätigen. Bei den Einhufern und Wiederkäuern fanden auch Ellenberger und Hofmeister stets Labenzym (Chymosin) in der Pylorusdrüsen Schleimhaut. Auch durch die neueren Untersuchungen von Pawlow und Schülern werden die Glässnerschen Angaben vom Fehlen des Labenzyms in der Pylorusgegend in Zweifel gestellt.

Aus den vorstehend zusammengestellten Literaturangaben ergibt sich wohl mit ziemlicher Sicherheit, dass die *Pylorusdrüsen des Magens sowohl Pepsin und Chymosin, als auch* — bei gewissen Tierarten — *ein amylytisches Enzym produzieren.*

Die physiologische Bedeutung der *Duodenaldrüsen* ist viel weniger genau erforscht, als die der Pylorusdrüsen. Von den älteren Anschauungen abgesehen

¹⁾ Hofmeisters Beiträge. I. 105.

²⁾ Pflügers Archiv. 92. S. 281.

³⁾ Archiv. biol. St. Petersb. Suppl. 36. 1904.

⁴⁾ Vergl. Physiologie der Haustiere. Bd. I. S. 542. — Pflügers Archiv. 106. S. 281.

⁵⁾ Journ. of Physiol. Bd. V.

⁶⁾ Beitrag zur Kenntnis des Labfermentes. Inaug.-Diss. Würzburg 1897.

⁷⁾ Experimentelle Beiträge zur Kenntnis des Pylorussekretes beim Hunde. 1892.

⁸⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 42. 432.

⁹⁾ Hofmeisters Beiträge. I. S. 32.

¹⁰⁾ Pflügers Archiv. 106. S. 281.

(cf. Glässner, Hofmeisters Beiträge, I, 106), vertrat zunächst Krolov¹⁾ die Ansicht, dass diese Drüsen ein wässriges proteolytisches Sekret sezernieren, welches auch eine amylytische Wirkung zu entfalten vermag, auch Heidenhain²⁾ und Grützner³⁾ halten sie für Pepsinbildner. Costa⁴⁾ untersuchte die von den Lieberkühnschen Drüsen getrennten Duodenaldrüsen des Pferdes und konnte wohl eine verzuckernde Wirkung auf Stärke, aber keine Eiweissverdauung feststellen. Auch Ellenberger glaubt, dass der Darmsaft kein selbständig erzeugtes proteolytisches Enzym, wohl aber ein amylytisches Enzym enthält. Auffallend ist allerdings, dass Ellenberger und Hofmeister mehrfach in der Schleimhaut des Anfangsabschnittes des Dünndarms der Haustiere ein proteolytisches Enzym fanden, das sie in der übrigen Darm-schleimhaut vermissten. Ob die Untersuchungen von Gachet und Pachon⁵⁾, welche die eiweissverdauende Fähigkeit des Duodenalsekretes auf vivisektorischem Wege feststellten, für die Lösung der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Duodenaldrüsen von Wichtigkeit sind, mag dahingestellt bleiben. Nach Glässner vermag das Duodenaldrüsensekret Eiweiss in saurer, neutraler und alkalischer Lösung zu verdauen, Stärke hingegen nicht zu verzuckern. Glässner⁶⁾ nimmt also auch in den Duodenaldrüsen das Vorkommen von Pseudopepsin an. Pawlow und Parastschuk sowie Abderhalden und Rona⁷⁾ fanden im Saft des die Brunnerschen Drüsen enthaltenden Stückes des Duodenums nach dem Aktivieren mit Säure sowohl eine proteolytische wie auch Labwirkung. Die Untersuchungen von Bogomoletz⁸⁾, der sich auf Grund morphologischer und mikrophysiologischer Untersuchungen gegen die Identität der Pylorus- und Duodenaldrüsen ausspricht, vermögen zur Kenntnis der von den letzteren produzierten Enzyme nichts beizutragen.

Wie aus dieser kurzen Wiedergabe der massgebendsten Untersuchungsergebnisse hervorgeht, steht weder die Produktion von Pepsin und Chymosin noch die von amylytischem Enzym seitens der Brunnerschen Drüsen mit Sicherheit fest. Eine neue und eingehendere Untersuchung über die Bedeutung der Duodenaldrüsen erschien also durchaus angezeigt. Aus diesem Grunde haben wir unsere nachstehend zu schildernden Untersuchungen, und zwar bei Einhufern, Wiederkäuern und dem Schweine vorgenommen.

Ehe wir aber zur Besprechung unserer Versuche und ihrer Ergebnisse übergehen, sollen erst die Tatsachen kurz erwähnt werden, die auf Grund der in unserem Institute vorgenommenen Untersuchungen

¹⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1870. Nr. I.

²⁾ Beitrag zur Histologie u. Physiologie der Dünndarmschleimh. Suppl. Pflügers Arch. Bd. 48.

³⁾ Pflügers Archiv. 12. 285.

⁴⁾ Gazz. med. veter. II.

⁵⁾ Arch. de physiol. norm. et patholog. 1898.

⁶⁾ Hofmeisters Beiträge. I. S. 105.

⁷⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 42. S. 429. Bd. 47. S. 359.

⁸⁾ Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. LXI.

über die Verbreitung der Duodenaldrüsen, ihr Verhältnis zu den Pylorusdrüsen des Magens und über die etwaigen Eigentümlichkeiten der letzteren festgestellt worden sind. Auch soll dabei die Frage erörtert werden, welcher Darmabschnitt anatomisch und physiologisch als Duodenum aufzufassen sein dürfte. Die zuerst erwähnten Fragen sind, von früheren Untersuchungen des Institutsvorstehers und seiner Mitarbeiter abgesehen, in neuerer Zeit in unserem Institute besonders von Deimler und Haane durch eingehende Untersuchungen geprüft worden. Auf Grund ihrer und der früheren Untersuchungsergebnisse kann folgendes als feststehend angesehen werden.

Die Zone der submukösen Drüsen der Darmwand, die als Duodenaldrüsen bezeichnet werden, weil man dieselben beim Menschen im Duodenum entdeckt hat (Brunner), erstreckt sich bei den Tieren verschieden weit vom Magen aus in den Darm hinein, wobei auch individuelle Verschiedenheiten eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Bei allen Tieren und beim Menschen schliessen die Duodenaldrüsen am Pylorus des Magens direkt an dessen Pylorusdrüsen an, indem letztere gewissermassen nur in die Submucosa rücken, weil in der *Propria mucosae* neue Drüsen, die *Glandulae intestinales propriae* auftreten, so dass die die Fortsetzung der Pylorusdrüsen darstellenden Drüsen hier keinen Platz mehr finden und somit in die Submucosa herabrücken müssen; dabei verdrängen bzw. zersprengen sie mehr oder weniger auch die *Muscularis mucosae*. Die sog. Duodenaldrüsen finden sich somit bei allen Säugetieren und beim Menschen in der Schleimhaut des Anfangsteiles des Dünndarms, bzw. des Duodenums. Es fragt sich nur, wie weit sie distal reichen, ob bis ans Ende dieses als Duodenum bezeichneten Darmteiles, oder ob sie schon vorher verschwinden, so dass das Ende des Duodenums frei von ihnen ist, oder ob sie sich über das Duodenum hinaus auch noch im Jejunum finden und wie weit sie in dieses distal reichen. Man wird danach von einer *Duodenaldrüsenzzone*, bzw. -region des Dünndarms sprechen müssen, die man eventuell auch einfach Duodenum, abweichend von dem bisherigen Gebrauche, nennen könnte. Wie erwähnt, ist die Duodenaldrüsenzzone je nach der Tierart verschieden gross. Es mag auch gleich vorausgesandt werden, dass die Ausbreitung der Duodenal-

drüsen nicht mit der Länge des von den Anatomen als Duodenum bezeichneten Darmabschnittes zusammenfällt. Im speziellen gestalten sich diese Verhältnisse beim Menschen, und, wie die Untersuchungen in unserem Institute ergeben haben, bei den Haussäugetieren wie folgt:

Beim *Menschen* bezeichnet man als Duodenum den nur 24 bis 30 cm langen Anfangsabschnitt des Dünndarms, welcher am Rücken des Menschen liegt und dort direkt ohne Vermittelung eines freien Mesenteriums befestigt ist und 10—12 cm hinter dem Magen die Ausführungsgänge der Leber und des Pankreas aufnimmt. Die Duodenaldrüsen reichen beim Menschen bis 10 cm vom Pylorus gerechnet (Raubert)¹⁾ in den Darm hinein. Bei unseren Haustieren verfährt man in der Feststellung der Grenzen des Duodenums ziemlich willkürlich; im allgemeinen wird aber derjenige Anfangsabschnitt des Dünndarmes Duodenum genannt, der ein relativ kurzes Gekröse, d. h. eine ziemlich feste Lage hat, und der im allgemeinen dorsal (also an der Ventralseite des Rückens der Tiere) und grösstenteils rechts von der Medianebene liegt. Das Duodenum des *Pferdes* ist ca. 1 m lang, liegt dorsal und rechts und hat ein ganz kurzes Gekröse. Es geht mit der Flexura duodeno-jejunalis in das mit einem langen Gekröse versehene Jejunum über. Die Grenze ist deutlich; die Ausführungsgänge von Leber und Pankreas münden ca. 15 cm distal vom Magen mit dem Duodenaldivertikel in das Duodenum ein. Die Duodenaldrüsenzzone ist jedoch 6—8 m lang, ragt also noch weit über den anatomisch als Duodenum bezeichneten Darmabschnitt hinaus bzw. in das Jejunum hinein.

Das Duodenum des *Rindes* ist ebenfalls ca. 1 m und das von *Schaf* und *Ziege* 40—50 cm lang. Es liegt auch rechts am Rücken und reicht bis zum Darmlabyrinth und ist ziemlich deutlich vom Jejunum getrennt. Die Zone der Duodenaldrüsen ist beim Rinde 4—4,5 m, beim Schaf 65 cm und bei der Ziege 20—25 cm lang. Die vereinigte Einmündung des Duct. pancreat. und Duct. choled. liegt bei Schaf und Ziege 30—35 cm hinter dem Magen. Beim Rinde mündet der Duct. pancreat. 80—90 cm, der Duct. choled. 50—70 cm hinter dem Magen in das Duodenum ein.

¹⁾ Anatomie des Menschen. V. Aufl. 1897. S. 584.

Das Duodenum des *Schweines* ist 40—80 cm lang und rechts und dorsal gelegen. 2—4 cm vom Pylorus liegt die Mündung des Duct. choled., 12—20 cm vom Pylorus die Mündung des Duct. pancreat. Die Duodenaldrüsen reichen 3—5 m weit in den Darm hinein.

Das Duodenum, der *Fleischfresser* ist relativ lang, liegt zuerst rechts und dann links von der Medianebene am Rücken. Die Mündung der Ausführungsgänge von Leber und Pankreas liegen 5—8 cm hinter dem Magen. Die Duodenaldrüsen reichen beim Hund 1,5—2 cm und bei der Katze 1,8—2 cm in den Dünndarm hinein.

Die Duodenaldrüsenzzone der Fleischfresser ist also sehr kurz, eine Tatsache, *die es sehr erschwert, ihre Funktion vivisektorisches festzustellen.*

Man sieht aus vorstehendem, dass, wie oben schon erwähnt, die Länge des usuell von den Anatomen als Duodenum bezeichneten Darmabschnittes weder beim Menschen, noch bei den besprochenen Haussäugetieren mit der Länge desjenigen Darmabschnittes zusammenfällt, in welchem sich die submukösen Drüsen befinden. Abgesehen vom Menschen und den Fleischfressern reichen die Duodenaldrüsen bei den Haussäugetieren weit über das Duodenum hinaus. Es bestehen, wie dargelegt, bei den Haussäugetieren sehr grosse Verschiedenheiten zwischen der Länge der die Duodenaldrüsen enthaltenden Darmpartie und der Länge des als Duodenum bezeichneten Abschnittes. Diesen Tatsachen gegenüber ist die Frage zu prüfen, ob man in Zukunft denjenigen Teil des Dünndarmes als Duodenum bezeichnen soll, der die submukösen Brunnerschen Drüsen enthält, oder ob man den bisherigen Gebrauch hinsichtlich der Kennzeichnung des Duodenums beibehalten soll.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Einteilung des Darmkanals in Dünn- und Dickdarm und die weitere Einteilung desselben in Duodenum, Jejunum, Ileum, Caecum, Colon und Rectum vergleichend anatomisch von nur geringem Werte ist; sie ist nur für den Menschen zutreffend, für die Säugetiere dagegen nicht. Milne-Edwards spricht sich z. B. über diesen Punkt in seiner vergleichenden Anatomie (Paris 1896) folgendermassen aus: „Diese Unterscheidungen (die Einteilung des Darmes in Duodenum, Jejunum, Ileum, Caecum,

Colon und Rectum) befinden sich auf keiner soliden Basis und sind vollkommen willkürlich; sie mögen bequem für die Beschreibung der Eingeweide sein, aber man sollte nicht zuviel Wert darauf legen und es wäre umsonst, wenn man die natürlichen Grenzen der verschiedenen Teile zu bestimmen versuchte, sei es des Dünndarms, sei es des Dickdarms. Oft, selbst bei Säugern, ist es schon schwer, die Grenze zwischen diesen beiden Hauptteilen des Darmes zu erkennen. Für gewöhnlich ist dieselbe allerdings deutlich im Bau der Mucosa und im makroskopischen Verhältnis gegeben.“

Inwieweit die einmal gebräuchlichen Benennungen einen Anspruch darauf haben, vom vergleichend anatomischen Standpunkt aus beibehalten zu werden, ist eine Frage, die hier in voller Ausdehnung nicht beantwortet werden soll. Nur folgendes mag hier erwähnt werden. Bei allen Wirbeltieren, und besonders auch bei den Säugetieren, sogar schon in der kleinen Gruppe der Haussäugetiere, treten bedeutende Unterschiede des Darmrohres in bezug auf Weite und Bau zutage. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass der sogenannte Dickdarm bei manchen Tieren den Dünndarm allerdings an Weite übertrifft, dass hier also die üblichen Bezeichnungen zutreffen. Bei anderen Tieren bleibt aber der Dickdarm an Weite sehr gegen den Dünndarm zurück. Auf die Weite der einzelnen Abschnitte des Darmkanals, auf seine Länge, das Vorhandensein besonderer Ausbuchtungen und Anhänge, das Vorkommen von Poschen und Tännien usw. hat die naturgemässe Nahrung den grössten Einfluss, d. h. die Art der naturgemässen Nahrung und die Länge und Weite des Darmkanals und seiner einzelnen Abschnitte stehen in bestimmten Beziehungen zu einander.

Da man das Unzutreffende der Bezeichnungen Dickdarm und Dünndarm infolge der Ergebnisse der anatomischen Forschungen einsehen lernte, haben die vergleichenden Anatomen diese Bezeichnungen fallen lassen. Man spricht anstatt dessen von Mittel- und Enddarm, indem man den Magen und die Speiseröhre als Vorderdarm, die Mund-, Nasen- und Rachenhöhle als Kopfdarm bezeichnet. Die Namen Jejunum, Duodenum, Ileum, Caecum, Colon und Rectum hat man aber noch beibehalten, obwohl eigentlich nur die Bezeichnung Caecum im ver-

gleichenden Sinne zutreffend ist; ausserdem ist allenfalls noch die Bezeichnung Rectum verwertbar, wenn man darunter nur den gerade unter der Wirbelsäule liegenden Endteil des Darms, der mit dem After endet und wohl auch Afterdarm genannt wird, versteht. Die Benennungen Duodenum, Ileum, Jejunum und Colon sind jedenfalls vergleichend anatomisch nicht brauchbar. Sie passen, wie gesagt, nur für den Menschen. Hält man aber eine Einteilung des Mitteldarms in Anfangs-, Mittel- und Endteil und ebenso die des Enddarms in drei Teile für angezeigt, so muss man suchen, bestimmte Kennzeichen und Merkmale für die einzelnen Abschnitte und ganz besonders auch solche Charakteristika für die die Abschnitte trennenden Grenzpartien zu finden, die sich mindestens bei allen Säugetierspezies mehr oder weniger deutlich nachweisen lassen. Gelingt dies, dann ist nichts dagegen zu sagen, dass man die betreffenden Teile mit den genannten Namen weiter bezeichnet, weil es in der Anatomie Sitte geworden ist, die für die Teile des Menschen eingeführten Bezeichnungen auch für die homologen Teile der Tiere zu benutzen, gleichgültig, ob sie passen oder nicht. In bezug auf die Charakteristika des Anfangs-, Mittel- und Endstücks des Mittel- und Enddarms und die dieser beiden Hauptabschnitte selbst ist folgendes zu sagen. Die Grenze zwischen Mittel- und Enddarm ist durch das nur bei wenigen Säugetierarten fehlende, als eine blindsack- oder divertikelartige Ausstülpung des Darmkanales auftretende Caecum bzw. der Valvula ileo-caecalis oder ileo-colica, sowie durch das Verschwinden der an der Schleimhaut des Mitteldarms vorhandenen Darmzotten bei den Säugetieren deutlich gegeben.¹⁾ Früher nahm man an, dass auch die Lymphknötchenplatten ein Charakteristikum des Mitteldarms seien. Dies ist jedoch nicht der Fall; man findet derartige Bildungen, wenn auch relativ selten und nur in geringerer Ausbildung auch im Enddarm.

Bei den Säugetieren ist auch das Rectum und seine Grenze gegen den übrigen Dickdarm gut charakterisiert, wenn man, wie dies geschehen sollte, nur den geraden, ventral von der Wirbelsäule gelegenen, mit dem After endenden Abschnitt (den Afterdarm) darunter versteht. Wenn also Anfangs- und Endteil des Enddarms, d. h. Caecum und Rectum in ihren Grenzen gut charakterisiert sind, so gilt das gleiche

¹⁾ Ellenberger, Arch. f. (Anat. u.) Physiol. S. 139. 1906.

von dem beide verbindenden Mittelstück, dem Colon. Die Einteilung des Enddarms in die bekannten Abschnitte ist sonach, wenigstens für die Säugetiere, voll gerechtfertigt.

Viel schwieriger gestaltet sich aber die Frage nach der Einteilung des Mitteldarms in Anfangs-, Mittel- und Endabschnitt und nach den Merkmalen ihrer Begrenzung. Die Grenze des Ileums gegen das Jejunum ist ganz willkürlich. Es gibt keine bestimmte, für alle, oder die überwiegende Mehrzahl der Säugetiere passende Regel darüber, wohin der Anfang des Ileums bzw. das Ende des Jejunums zu verlegen ist. Bei manchen Säugetieren zeichnet sich das Ileum durch eine hervorragende Stärke seiner Wand bzw. seiner Muskelhaut, bei anderen durch einen grossen Reichtum an Follikelplatten oder durch ungemein grosse und lange derartige Platten aus, bei anderen wieder sind die Darmzotten im Ileum durch eine besondere Grösse und Form ausgezeichnet. Im grossen und ganzen kann man aber sagen, dass das Ileum sich weder durch seine Lage, noch durch seine Form und Weite, noch durch seinen Bau scharf vom Jejunum abhebt, dass mithin seine Grenze nicht zu bestimmen ist; es ist somit nicht gerechtfertigt, diesen Darmabschnitt überhaupt zu unterscheiden. Uns interessiert aber hier besonders die Frage, ob der Anfangsteil des Dünndarms genügend charakterisiert und seine Abscheidung vom übrigen Dünndarm und seine Betrachtung als besonderer Darmteil zu rechtfertigen ist. Es handelt sich dabei besonders auch um die Frage, wohin das Ende des Duodenums und der Anfang des Jejunums zu verlegen ist, welches die unterscheidenden Merkmale beider Darmabschnitte sind. Das an den Magen anschliessende Anfangsstück des Dünndarms zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

1. In den Anfangsteil des Dünndarms ergiessen sich Galle und Pankreassaft. Man könnte also die Grenze zwischen Anfangs- und Mittelstück direkt an die Stelle der Mündung des Duct. choledoch. und pancreat. bzw. des von beiden am weitesten nach hinten mündenden Ganges legen. Diesen Darmteil Gallendarm zu nennen, wie vorgeschlagen wurde, halten wir nicht für angezeigt.

2. Der Anfangsteil des Dünndarms ist dadurch gekennzeichnet, dass sich in seiner Schleimhaut submuköse Drüsen befinden, welche

histologisch als Fortsetzung der in die Submucosa gerückten Pylorusdrüsen des Magens angesehen werden. Mithin könnte man sagen, das Anfangsstück reicht so weit wie die Duodenaldrüsen. Man könnte dann diesen Darmteil *Magendarm* oder *Pylorusdarm* nennen, vorausgesetzt, dass die physiologische Untersuchung auch den Beweis der funktionellen Identität der Pylorus- und Duodenaldrüsen zu erbringen vermöchte.

3. Der Anfangsteil des Dünndarms enthält nach älteren Angaben keine Follikelplatten, also könnte man als seinen Grenzpunkt den Beginn der ersten Follikelplatte annehmen.

4. Der Anfangsteil des Darms ist dadurch ausgezeichnet, dass er eine relativ feste Lage im Gegensatz zum Mittelstück hat, dass sein dorsales Gekröse also relativ sehr kurz ist oder ganz fehlt, und dass er ausser dem dorsalen auch noch ein ventrales Gekröse besitzt. Seine Grenze würde dann dahin fallen, wo er plötzlich ein längeres Gekröse bekommt, d. h. wo er mobil wird oder wo das ventrale Gekröse verschwindet. Als *weiteres Merkmal* könnte dann noch seine dorsale Lagerung nahe der Wirbelsäule in Betracht gezogen werden; ebenso könnte man nur den Teil als Duodenum auffassen, der nicht nur dorsal, sondern zugleich auch rechts von der Medianebene seine Lage hat.

Wenn man die angeführten Merkmale des Anfangsteiles des Dünndarmes überschaut, so dürfte das konstanteste und am leichtesten feststellbare Kennzeichen dieses Darmstückes in der Mündung des Gallen- und Pankreasganges gegeben sein. Den Beginn der ersten Follikelplatte als Grenze anzunehmen, dürfte, abgesehen von allem anderen, schon deswegen nicht angängig sein, weil, wie im hiesigen Institute in neuester Zeit festgestellt worden ist (May, Inaug.-Diss., Giessen 1904), der Sitz dieser Follikelplatten individuell sehr verschieden ist. Ob man vom vergleichend anatomischen Standpunkte das Vorkommen des ventralen Mesenteriums als charakteristisches Merkmal benutzen kann, vermögen wir nicht zu entscheiden, da in dieser Richtung kein ausreichendes Material vorliegt, auf Grund dessen ein Urteil zu fällen wäre. Im allgemeinen dürfte das ventrale Gekröse aber bis zur Einmündung des Gallenganges reichen.

Vom Standpunkt des Anatomen aus, der die Körperteile zunächst nur mit blossen Auge betrachtet und klassifiziert, könnte man aller-

dings an dem bisherigen Gebrauche festhalten und die Lage des Anfangsstückes bzw. die Kürze seines Gekröses und die Fixierung des Darmstückes an der Rückenseite der Tiere als kennzeichnendes Merkmal benutzen.

Das Vorkommen der Duodenaldrüsen als Merkmal zu nehmen liegt für den Physiologen, Histologen und Embryologen sehr nahe und ist wissenschaftlich, namentlich vom ontogenetischen und wohl auch vom philogenetischen Standpunkte aus, vollkommen berechtigt. Vom praktischen Standpunkte aus wird man sich allerdings gegen diese Neuerung sträuben, weil man, um die Länge und die Grenze dieses Darmabschnittes festzustellen, das Messer und die Lupe oder das Mikroskop zu Hilfe nehmen muss. Nach unserer Ansicht kann dies aber kein Grund sein, uns davon abzuhalten, in Zukunft als Duodenum nur den Teil des Dünndarmes zu bezeichnen, der in seiner Schleimhaut Duodenaldrüsen enthält.

Sind die Anatomen aber, wie ja anzunehmen ist, hierzu nicht zu bewegen, wollen sie den bisherigen Gebrauch beibehalten, dann muss man wenigstens scharf zwischen *Duodenum* und *Duodenaldrüsenzone* des Darms unterscheiden. Die Bezeichnung Duodenum stammt, wie die meisten anatomischen Benennungen, von den Verhältnissen des Menschen und ist für die Tiere so unzutreffend wie nur möglich. Es wäre aber zwecklos, einen neuen Namen zu schaffen; man mag ihn beibehalten wie so viele andere unzutreffende anatomische Bezeichnungen; nur soll man einen anderen Begriff mit diesem Namen verbinden. Wie der Name Duodenum ist auch die Bezeichnung Duodenaldrüsen unrichtig. Ellenberger unterschied vor Einführung dieses Namens zwischen Propria- und Submucosadrüsen des Darms (Gl. intestinales propriae et submucosae). Diese Benennungen sind jedenfalls zutreffender als die Benennungen Gl. duodenales und propriae, obwohl zuzugeben ist, dass die Duodenaldrüsen mit einem Teile des Drüsenkörpers auch in den tieferen Partien der Propria liegen können. Sollte die funktionelle, also die vollständige Identität der Duodenal- und Pylorusdrüsen festgestellt werden, dann könnte man die Duodenaldrüsen Gl. intestinales pyloricae (s. gastricae) nennen. Die Frage der morphologischen Identität beider Drüsenarten ist durch zahlreiche Untersuchungen zu lösen versucht worden. Wie schon erwähnt, haben sich in neuester Zeit Deimler und

Haane mit derartigen Untersuchungen in bezug auf die Haussäugetiere befasst und ihre Untersuchungsergebnisse veröffentlicht. Nach diesen kann die Identität der Duodenaldrüsen und der Pylorusdrüsen morphologisch als feststehend betrachtet werden. Dagegen lassen sich aus der oben mitgeteilten Literaturübersicht, also den zur Zeit vorliegenden Ergebnissen der *physiologischen* Untersuchungen, keine sicheren Schlüsse auf die funktionelle Identität der Drüsen ziehen. Es lag deshalb für uns nahe, neue Versuche anzustellen, welche Auskunft über die physiologischen Wirkungen der Sekrete der Duodenaldrüsen geben sollten. Diese Versuche sind im Verlaufe der letzten Jahre an *Pferd*, *Schwein* und *Rind* ausgeführt worden; ihre Ergebnisse sollen im folgenden besprochen werden. Da das Vorkommen von Pepsin, diastatischem Ferment und Chymosin in den Pylorusdrüsen der genannten Tierarten durch verschiedene Autoren und vor allem durch eingehende Untersuchungen in unserem Institut bewiesen ist, so handelte es sich darum, festzustellen, ob diese drei Enzyme auch in dem Sekrete der Brunnerschen Drüsen vorhanden sind. Waren dieselben vorhanden, so konnte die Identität derselben mit den Pylorusdrüsen als erwiesen angenommen werden. Da es besondere Schwierigkeiten bereitet, die Sekrete der submukösen Drüsen zu gewinnen, so suchten wir zunächst aus den die Duodenaldrüsen enthaltenden Teilen des Dünndarms Extrakte herzustellen und diese in bezug auf ihren Enzymgehalt mit denen zu vergleichen, die aus der Pylorusschleimhaut des Magens und der keine Duodenaldrüsen besitzenden Jejunalschleimhaut erhalten worden waren. Auf diese Weise erschien es möglich, Aufschlüsse über die Funktion der Sekrete der Duodenaldrüsen zu erhalten, da die in diesen Drüsen produzierten Enzyme allerdings vereint mit denen der Darmeigendrüsen in den Extrakten der Anfangsteile des Duodenums enthalten sein mussten, während die Jejunalextrakte nur die Enzyme der Darmeigendrüsen und die der Pylorusschleimhaut nur die der zum Vergleich heranzuziehenden Pylorusdrüsen enthalten mussten. Der Ausführung dieser Versuche, die ja doch nur einen orientierenden Wert besitzen konnten, stellten sich aber mannigfaltige Hindernisse in den Weg. Diese bestanden vor allem darin, dass man selbst nach langwierigem

Auswaschen der Darmschleimhäute nicht sicher sein kann, durch etwa aus dem Magen und den Duct. pancreat. und choledoch. stammende imbibierte Enzyme getäuscht zu werden. Wir haben *sehr zahlreiche* Versuche mit Pferden und einige mit Schweinen angestellt und im allgemeinen folgende Versuchsanordnung innegehabt.

Die betr. Darm- und Magenteile wurden den Tieren lebenswarm entnommen, sofort von anhaftendem Inhalt durch Abspülen mit Kochsalzlösung befreit und die einzelnen weiter zu verarbeitenden Teile getrennt je 24 Stunden lang in fließendem Wasser gewässert. Alsdann wurden die Schleimhäute abpräpariert und fein zerhackt und zur Extraktion verwandt. Als Extraktionsflüssigkeit dienten Glycerin, Chloroformwasser, 0,2%ige Salzsäure und 0,2%ige Sodalösung. Die Dauer der Extraktion betrug bei den Glycerinextrakten mindestens sechs, meistens mehr Tage, bei den anderen nur kurze Zeit (24—36 Stunden). Zur Prüfung auf den Enzymgehalt wurden je 5 cm³ der Extrakte verwandt. Zum Nachweis des proteolytischen Enzyms gelangten sie mit Mettschen Röhrchen, Würfeln aus koagulierte Hühnereiweiss und Fibrinflocken auf 6—48 Stunden in den Brutofen. Nach dem Versuche wurden zunächst mit dem Auge die vorgelegten Eiweisskörper auf Zeichen von Verdauung untersucht; sodann wurde im Filtrat auf Pepton geprüft. Amylytisches Enzym wiesen wir durch Einwirkung von 5 cm³ auf 1%ige Stärkekleisterlösung während 6—10 Stunden bei 39° und Prüfung des Verdauungsgemisches auf reduzierende Kohlehydrate nach. Labenzym wurde durch Einwirkung der Extrakte auf fettfreie mit Wasser verdünnte Milch in der bekannten Weise nachgewiesen.

Leider haben unsere zahlreichen Versuche bei Pferden einwandfreie und übereinstimmende Resultate wenigstens in bezug auf die Extrakte der Darmschleimhaut nicht gegeben. Es erscheint infolgedessen unnötig und würde auch zu weit führen, hier eingehend auf die vielen einzelnen Versuche zurückzukommen, und es sei daher über ihre Ergebnisse nur zusammenfassend berichtet. In den Extrakten der *Pylorusschleimhaut* konnte in Übereinstimmung mit den früheren Versuchen stets ein *proteolytisch-peptisches*, sowie ein *diastatisches* und *Labenzym*, aber kein *Pseudopepsin* nachgewiesen werden. Die Extrakte der die submukosen Drüsen enthaltenden Duodenalabschnitte zeigten stets amylytische Wirkung, vereinzelt war auch proteolytische Wirkung in saurer, manchmal auch solche in alkalischer Lösung festzustellen; ebenso zeigten die Jejunalschnitte stets diastatische und meist keine proteolytische Wirkung, doch wirkten auch einige Sodaextrakte schwach proteolytisch. Chymosin konnte in den Extrakten der Duodenalschleimhaut nur selten, in den der Jejunalschleimhaut niemals nachgewiesen werden.

Übereinstimmung zeigten die Versuche nur insofern, als in den Pylorusextrakten stets proteolytisches, diastatisches und Labenzym, in den Extrakten der Darmschleimhäute stets diastatisches Enzym nachgewiesen werden konnte.

In bezug auf Enterokinase und Erepsin konnten keine Unterschiede zwischen der Duodenal- und der Jejunalschleimhaut gefunden und überhaupt keine einwandfreien Ergebnisse erzielt werden. Auf proteolytisches Enzym ist mit allen möglichen Methoden, z. B. auch mit dem Grütznerschen Verfahren mit Karminfibrin geprüft worden. Es wurden aber mit keiner Methode übereinstimmende Resultate erzielt. Auch der Versuch, mit Anlegung einer Duodenalfistel zum Ziele zu kommen, schlug fehl, weil es nicht möglich war, das operierte Tier lange genug am Leben zu erhalten.

Wir haben nicht festzustellen vermocht, welche Umstände die Unbeständigkeit der Versuchsergebnisse beim Pferde bezüglich des Vorkommens proteolytischer Enzyme verursacht haben. Es mag aber bemerkt werden, dass Täuschungen bezüglich der Versuchsergebnisse zweifellos verursacht werden können durch die Art des Auswaschens der Schleimhäute und die dabei etwa eintretenden Fäulnisprozesse und durch die Art der Extraktion. Es ist selbstverständlich, dass die Schleimhäute gewaschen werden müssen, ehe man durch ihre Extraktion den Gehalt ihrer Drüsen an den in ihnen produzierten Enzymen feststellen kann. In den Darmkanal gelangen der Mageninhalt mit allen in ihm enthaltenen Körper-, Nahrungsmittel- und Luftenzymen und -fermenten, ferner die Galle und der pankreatische Saft mit ihren Enzymen. Diese Flüssigkeiten des Darminhaltes, die also stets sehr reich an Enzymen und Fermenten sind, werden von dem schleimigen, z. T. in die Drüsen, bzw. in deren Ausführungsgänge reichenden Belag der Schleimhaut und z. T. wohl auch in diese selbst (wenigstens nach ihrem Absterben) imbibiert. Die somit in dem schleimigen Belage der Darmschleimhaut enthaltenen und die von der Schleimhaut imbibierten Enzyme und Fermente müssen durch Abstreichen und Ab- und Auswaschen entfernt werden. In welcher Art und wie lange und womit soll man aber die Schleimhäute auswaschen? Das ist eine durchaus streitige Frage. Wäscht man zu kurze Zeit und nicht gründlich

genug aus, dann bleiben anhaftende und imbibierte Enzyme zurück; wäscht man zu lange und zu gründlich aus, dann entfernt man auch die in den Drüsen produzierten Enzyme zum Teil oder ganz; es treten Macerationsprozesse auf, so dass ein Teil der fermenthaltigen Drüsenzellen in das Auswaschwasser übergeht. Bei längerem Auswaschen kann sogar Fäulnis eintreten, die die Enzyme zerstört und die Versuchsergebnisse trübt. Nimmt man sog. antiseptische Flüssigkeiten zum Auswaschen, dann kann man die Enzyme und deren Wirksamkeit schädigen und dadurch zu unrichtigen Versuchsergebnissen kommen. Letzteres ist auch möglich beim Extrahieren, das nach dem Auswaschen mit den zerkleinerten Schleimhäuten vorgenommen wird. Auch die Art des Extrahierens und die Natur der zu dem Extrahieren verwandten Flüssigkeit ist nicht ohne Einfluss auf die Versuchsergebnisse. Man sieht also aus diesen Darlegungen, dass viele Umstände vorliegen, welche zu Täuschungen führen können und die Unbeständigkeit unserer Versuchsergebnisse zu erklären wohl geeignet sind. Es scheinen aber gerade beim Pferde noch besondere Umstände vorzuliegen, die eine Trübung der Versuchsergebnisse bedingen; auch sind seine Drüsensekrete fast immer fermentärmer als die anderer Tiere. Näheres vermögen wir hierüber jedoch nicht anzugeben.

Es steht nur fest, dass wir im Gegensatze zu den beim Pferde angestellten Versuchen beim *Schweine* klare und übereinstimmende Resultate erhielten, trotzdem wir bei diesem Tiere von ganz denselben Magen- und Darmpartien und ganz in derselben Art und Weise Glyzerin- und Chloroformwasserauszüge herstellten.

Vom Glyzerinextrakte der Pylorus-, Duodenal- und Jejunalschleimhaut des Schweines gelangten zur Prüfung auf *proteolytisches Enzym* je 5 cm³ der Extrakte mit 1. 5 cm³ 0,4%iger HCl, 2. 5 cm³ H₂O, 3. mit 5 cm³ 0,4%iger Sodalösung und je einem mit koagulierte Serumalbumin gefüllten Mettschen Röhrchen auf 24 Stunden bei 39° in den Brutofen. Nach dieser Zeit war nur eine Lösung von 8 mm Eiweiss vom Extrakte der Pylorusdrüsen bei saurer Reaktion erfolgt. Sämtliche anderen Extrakte hatten weder bei saurer, noch bei neutraler oder alkalischer Reaktion eine Lösung von Eiweiss bewirken können.

Amylolytische Wirkung entfalteten die Extrakte sämtlicher Schleimhautpartien in neutraler und alkalischer Lösung. Zur quantitativen Bestimmung stellten wir je 5 cm³ von den Extrakten der Pylorus- und Duodenalschleimhaut mit 80 cm³ eines 2%igen Stärkeklisters auf 4 Stunden in den Thermostaten. Von dem Pylorusextrakt war in dieser Zeit bei zwei Versuchen 0,009 und 0,01 g, vom Duodenalextrakte 0,011 und 0,01 g Zucker, als Dextrose, nach Allihn bestimmt, gebildet worden. *Labwirkung* konnte nur beim Pylorusextrakt mit Sicherheit festgestellt werden.

Diese Versuche *bestätigen* von neuem die Richtigkeit unserer *früheren Befunde* über den Enzymgehalt der *Pylorusdrüsensekrete*. *Diese Drüsen produzieren Pepsin, Labenzym und ein schwach wirkendes diastatisches Enzym*. Ein in neutraler oder alkalischer Lösung wirksames, proteolytisches Enzym, welches dem *Pseudopepsin* Glässners¹⁾ entsprechen würde, konnten wir in ihnen in Übereinstimmung mit allen früheren und den neueren Untersuchungen (von v. Klug²⁾, Pekelharing³⁾ u. a.) *nicht auffinden*. *Die Extrakte der Duodenalschleimhaut und der Jejunalschleimhaut* unterscheiden sich in keiner Weise voneinander, *sie wirkten nur saccharifizierend auf Stärkekleister*, vermochten aber weder eine proteolytische, peptische oder tryptische, noch eine Labwirkung zu entfalten.

Wie schon erwähnt, konnten diese Versuche infolge ihrer Anordnung nur orientierender Natur sein, umsomehr, als sie teilweise zu widersprechenden Resultaten führten. Ferner aber widersprachen diese Resultate auch völlig den von uns gehegten Erwartungen, da wir infolge der Ergebnisse der histologischen Untersuchungen, die die morphologische Identität der Brunnerschen und der Pylorusdrüsen festgestellt hatten, annehmen mussten, dass wir auch in den Extrakten der Duodenaldrüsenpartie der Dünndarmschleimhaut die spezifischen Enzyme der Pylorusdrüsen (Pepsin, Chymosin) wiederfinden würden.

Eine Lösung der Frage scheint demnach nur dann *angängig*, wenn es gelänge, die Sekrete der Brunnerschen Drüsen ohne die Se-

¹⁾ Hofmeisters Beiträge. I. 28.

²⁾ Pflügers Archiv. 92. S. 281.

³⁾ Arch. biol. St. Petersburg. 1904. Suppl. 36.

krete anderer Drüsen zu erhalten oder statt ihrer Sekrete die Drüsen selbst zu isolieren und von ihnen Extrakte und Presssäfte herzustellen, die die spezifischen Eigenschaften ihrer Sekrete zeigen müssen. Was zunächst die Gewinnung der Sekrete der Duodenaldrüsen allein anlangt, so erscheint dies überhaupt ausgeschlossen, da beim Anlegen einer Duodenalfistel ja stets ein Duodenalsaft gewonnen wird, der die Sekrete der Darmeigendrüsen gemischt mit denen der Duodenaldrüsen enthält. Ausserdem ist das Anlegen derartiger Fisteln bei den für uns in Betracht kommenden Haustieren, *Pferd*, *Schwein*, *Rind*, aus anatomischen Gründen sehr schwierig und zum Teil sogar unmöglich. Unmöglich ist aus anatomischen Gründen bei den genannten Tieren das Anlegen einer Fistel an der Darmpartie, die sich zwischen dem Pylorus des Magens und der Einmündungsstelle des Gallen- und der pankreatischen Gänge befindet. Man kann die Fistel nur distal von diesen Mündungsstellen anlegen; man müsste also infolgedessen in der bekannten Art ein Stück Duodenum isolieren, um zu verhindern, dass Galle und Pankreassaft sich mit dem Darmsaft mischen. Aber auch in diesem Falle erhält man ein Gemisch des Sekretes beider Arten von Darmdrüsen. Dies würde uns aber nicht gehindert haben, die betr. Operation auszuführen, wenn nicht andere, hier nicht näher darzulegende Gründe uns daran gehindert hätten. Es konnte sich demnach nur darum handeln, Extrakte aus den isolierten Duodenaldrüsen herzustellen. Zu diesem Zwecke mussten wir die die Brunnerschen Duodenaldrüsen enthaltende Submucosa von der Propria der Darm-schleimhaut trennen.

Dieser Versuch ist schon von verschiedenen Autoren unternommen worden. so isolierte Grützner¹⁾ die die Brunnerschen Drüsen führende Submucosa, indem er die Zotten und Lieberkühnschen Drüsen durch Abschaben entfernte; Costa suchte durch „Herausschneiden“ die Duodenaldrüsen zu isolieren. Glässner²⁾ wandte dann neuerdings folgendes Verfahren an. Zunächst wurde nach Entfernen der Muskularis die Schleimhaut zwölf Stunden gewässert, dann zwei Minuten in siedendem Wasser belassen und in sterilem Wasser abgekühlt. Hierauf wurde die obere, die Lieberkühnschen Drüsen führende Schicht mittelst eines Skalpells nach Möglichkeit entfernt, das restierende Darmstück nochmals eine Minute in siedendes Wasser geworfen und hierauf weiter verarbeitet. Dies geschah in der Weise, dass die fein zerhackten Schleimhäute in alkalischer, neutraler und saurer Lösung der Autolyse unter Toluol

¹⁾ Pflügers Archiv. XII. 289.

²⁾ Hofmeisters Beiträge. I. S. 108.

oder Chloroform überlassen wurden. Glässner ist der Meinung, dass durch diese Behandlung wohl die in den oberen Schleimhautschichten in den Lieberkühnschen Drüsen enthaltenen produzierten oder imbibierten Enzyme zerstört werden, die Enzyme der Brunnerschen Drüsen aber intakt bleiben.

Diese Annahme erscheint von vornherein unwahrscheinlich, da man wohl ohne weiteres nicht berechtigt ist, die nur millimeterstarke Schleimhaut des Duodenums für einen so schlechten Wärmeleiter zu halten, der imstande ist, bei zweimaligem Aufenthalte in siedendem Wasser die in den Drüsen enthaltenen Enzyme vor dem zerstörenden Einfluss der Hitze zu bewahren.

Wir haben bei zwei Versuchen *mit dem Duodenum von Pferd und Schwein das Glässnersche Verfahren angewandt* und die Vorbehandlung der Schleimhaut (Abschaben, Aufenthalt im siedenden Wasser usw.), so genau es nach den Glässnerschen Angaben möglich war, innegehalten.

Vom *Pferdeduodenum* setzten wir ein Glyzerinextrakt an, vom *Schweineduodenum* wurden die fein zerhackten Darmstücke mit der doppelten Gewichtsmenge destillierten Wassers mit Chloroformzusatz 14 Tage bei 40° der Autolyse überlassen. Da Glässner die Konzentrationen von Säure und Alkali, die er bei den in saurer und alkalischer Lösung vorgenommenen Autolysen anwandte, nicht angibt, sondern nur von „schwach alkalisch gemachter“ und „schwach saurer“ Lösung spricht, unterliessen wir derartige Versuche, bei denen ja die Glässnerschen Bedingungen kaum getroffen werden konnten. Da es uns ausserdem nur darauf ankam, festzustellen, ob in den wie oben beschrieben vorbehandelten Schleimhäuten noch wirksame proteolytische Enzyme, speziell das sog. Pseudopepsin enthalten sind und Glässner loc. cit. S. 109 in bezug hierauf sagt: „Wurde zu dem alkalischen oder neutralen Extrakt Säure hinzugefügt, so verdaute es bedeutend besser“, glaubten wir umsomehr berechtigt zu sein, uns mit der Ausführung des Versuchs bei neutraler Reaktion begnügen zu können.

Von den auf diese Weise gewonnenen Extrakten liessen wir je 3 cm³ in saurer (0,2% HCl), neutraler und schwach alkalischer (0,2% Na₂CO₃) Lösung, im ganzen 10 cm³ Flüssigkeit, auf koaguliertes Eieralbumin bei 39—40° einwirken. Nach Ablauf des Versuchs zeigten die Eiweisswürfel in keinem Falle irgend welche Veränderungen, die auf teilweise Lösung, also Verdauung, hätten schliessen lassen, ebenso war im Filtrate *Pepton* niemals nachweisbar. *Wir können also die Glässnerschen Befunde in dieser Hinsicht nicht bestätigen.*

Die von Costa¹⁾ und Grützner¹⁾ eingeschlagenen Wege zur Isolierung der Brunnerschen Drüsen erscheinen viel einwandfreier als der Glässnersche; wir haben deshalb ein ähnliches Verfahren angewandt und haben nach verschiedenen Vorversuchen folgenden Weg eingeschlagen. Die die Duodenaldrüsen enthaltenden Dünndarmteile von *Pferd, Schwein und Rind* wurden sofort nach der Exenteration vom Inhalte befreit, aufgeschnitten und mit Kochsalzlösung ausgewaschen. Hierauf wurden sie sechs Stunden in fließendes Wasser gebracht und der aus den Epithelien und Ausführungsgängen austretende Schleim durch öfteres Abstreifen entfernt. Dann wurde die Schleimhaut abpräpariert. Kleine Teile derselben wurden auf einem besonders konstruierten Gefriermikrotom, dessen Gefrierkammer eine Metallplatte trug, unter Anwendung von Kohlensäure gefroren, und dann mit einem scharfen Messer die obere, die Zotten und Lieberkühnschen Drüsen enthaltende Schleimhautportion abgekratzt. Es bedarf nur geringer Übung, um bestimmen zu können, wo die Lieberkühnschen Drüsen abgetragen sind und die scheinbar knäuel förmigen, vereinzelt liegenden Brunnerschen Drüsen zutage treten. Man kann auf diese, allerdings etwas mühsame und Geduld erfordernde Weise die Duodenaldrüsen-schicht vollkommen isolieren, ohne Gefahr zu laufen, Schleimhautpartien zu übersehen und stehen zu lassen, welche noch Darmeigendrüsen enthalten. Die Gefahr, durch imbibierte Enzyme getäuscht zu werden, wird durch diese Methode vermieden, da diese kaum bis in die in der Tiefe liegenden submukösen Drüsen eindringen dürften und die oberen, die Darmeigendrüsen führenden und mit dem Oberflächenepithel bedeckten Schichten vollkommen abgetragen werden.

Da, so viel bis jetzt bekannt ist, die fraglichen Enzyme ihre Wirksamkeit durch niedere Temperaturen nicht verlieren, dürfte auch eine Beeinflussung derselben durch die auf dem Gefriermikrotom erzeugten Kältegrade nicht zu befürchten sein.

Die auf die beschriebene Weise erhaltenen, die Brunnerschen Drüsen führenden Schleimhautteile wurden zu Glycerinextrakten und Presssäften verwendet. Zu den Glycerinextrakten wurde die $1\frac{1}{2}$ -fache Gewichtsmenge Glycerin, welches mit Wasser im Verhältnis 2:1 vermischt war, den fein zerhackten Schleimhäuten zugesetzt und das Gemisch 6—12 Tage bei Zimmertemperatur sich selbst überlassen.

¹⁾ Loc cit.

indem es nur öfterer umgerührt wurde. Nach dem Colieren und Filtrieren waren die Extrakte schleimige, gelbliche Flüssigkeiten, die weder Fehlingsche Lösung reduzierten, noch Peptonreaktion gaben, aber Eiweiss und Mucin enthielten. Sie waren aber nicht so reich an Schleim, wie die Extrakte der ganzen Schleimhaut. Zur Herstellung der Presssäfte wurden die fein zerkleinerten Schleimhäute mit Quarzsand gut verrieben und mit der hydraulischen Presse bei 300 Atmosphären ausgepresst, wobei eine gelblich braune, beim Stehen sich trübende Flüssigkeit erhalten wurde, die weder Fehlingsche Lösung reduzierte noch Pepton enthielt, jedoch eine schwach positive Reaktion mit Millonschem Reagens gab.

Von diesen Presssäften und Extrakten wurden je 3 cm³ mit a) 0,2%iger HCl, b) Wasser und c) 0,2%iger Sodalösung auf 10 cm³ verdünnt, dann wurde jede dieser drei Flüssigkeiten zur Prüfung auf *proteolytische* Wirksamkeit mit koaguliertem Hühnereiweiss auf 24 Stunden in den Thermostaten eingestellt. Nach Beendigung des Versuchs hatten weder die Extrakte noch die Presssäfte von *Pferd, Schwein und Rind* eine Verdauung des vorgelegten Eiweiss bewirkt, die zur Kontrolle mit der filtrierten Verdauungsflüssigkeit angestellte Peptonreaktion war ebenfalls stets negativ. Auf Fleischfresser haben wir die Versuche nicht ausgedehnt, weil diese nur eine minimale Duodenaldrüsenzone besitzen und weil diese Tiere üblicherweise schon von vielen Forschern zu ähnlichen Versuchen benutzt worden sind.

Kontrollversuche, die wir mit Presssaft der *Pylorusschleimhaut* der einzelnen Tiere ausführten, hatten hingegen in allen Fällen ein positives Ergebnis, indem in ihnen stets die *Anwesenheit von Pepsin nachgewiesen werden konnte*. Eine von dem Glässnerschen Pseudopepsin herrührende proteolytische Wirkung bei neutraler und alkalischer Reaktion zeigten auch diese Presssäfte nicht. Bei unseren zahlreichen oft wiederholten Versuchen ist also *weder in den Pylorusdrüsen noch in den Duodenaldrüsen Pseudopepsin gefunden worden*.

Ebenfalls negativ waren sämtliche unter den verschiedensten Bedingungen angestellten Versuche, die bezweckten, eine *Labwirkung* der Extrakte und Presssäfte der Duodenaldrüsen festzustellen. Bei den Kontrollversuchen mit Pyloruspresssaft war hingegen stets in Übereinstimmung mit fast allen früheren Versuchsergebnissen und im Gegensatz zu Glässner eine *kräftige und deutliche Labwirkung zu konstatieren*. Unsere Ergebnisse erscheinen übrigens nach der von Pawlow und seinen Schülern festgestellten Parallelität, die zwischen

der labenden und peptischen Kraft eines Verdauungssekretes herrscht, nicht befremdend.

Schliesslich untersuchten wir die erwähnten Presssäfte und Extrakte der Duodenaldrüsen der Wiederkäuer, Einhufer und Schweine und dann der Pylorusdrüsen dieser Tiere noch auf ein *diastatisches Vermögen*, indem wir 3 cm³ der neutralen und alkalischen Extrakte und Presssäfte sechs Stunden lang auf 25 cm³ einer 1%igen Stärkelösung im Thermostaten einwirken liessen. Nach dieser Zeit war in allen Fällen, gleichviel ob die angewandten Flüssigkeiten aus der Pylorus-schleimhaut oder den Duodenaldrüsen gewonnen waren, mit Fehlingscher Lösung *Zucker nachweisbar*, und ebenso konnte in allen Fällen vermittelt des Uffelmannschen Reagens *freie Milchsäure nachgewiesen werden*.

Unsere nach der im vorstehenden geschilderten Methodik ausgeführten Versuche haben bei den *Einhufern, Wiederkäuern und dem Schwein* übereinstimmende Resultate ergeben. *Ein proteolytisches und ein labendes Vermögen kann den Sekreten der Duodenaldrüsen nach den Ergebnissen unserer Versuche nicht beigemessen werden, während die Pylorusdrüsen als Pepsin- und Labbildner angesehen werden müssen. Beide Drüsenarten der fraglichen Tiere enthalten aber, wie wir in Übereinstimmung mit den in unserem Institute früher erhaltenen Resultaten feststellten, ein amylolytisches Enzym. Das sog. Pseudopepsin Glässners konnte in keinem Falle nachgewiesen werden.*

Diese Ergebnisse bestätigen in bezug auf das Fehlen eines proteolytischen und das Vorhandensein eines amylolytischen Enzyms in den Duodenaldrüsen die früheren Resultate von Costa, Ellenberger, Middeldorpf und Krolov. *Gerade die charakteristischen und einwandfrei nachgewiesenen Enzyme des Pylorussekretes, die sich in seiner peptischen und milchkoagulierenden Wirkung äussern, fehlen den Duodenaldrüsen vollständig.* Wenngleich also die histologische Forschung die morphologische Identität scheinbar festgestellt hat, kann nach den im vorstehenden mitgeteilten Ergebnissen *von einer funktionellen Identität beider Drüsenarten nicht gesprochen werden.*

Es ergibt sich daraus, dass die Angaben Deimlers und der anderen Forscher, die den gleichen Standpunkt wie Deimler einnehmen, nicht zutreffend sind. Wenn die fraglichen Drüsen funktionell nicht identisch

sind, so können sie es auch morphologisch nicht sein. Es müssen histologische Unterschiede zwischen beiden Drüsenarten vorhanden sein, wenn solche auch mit den jetzigen Hilfsmitteln mikroskopisch bzw. mikrochemisch usw. nicht nachweisbar sein sollten. In der Deimlerschen Arbeit, die ganz andere Zwecke verfolgte, wird die Frage der Identität der Duodenal- und der Pylorusdrüsen nur nebenbei behandelt; es sind infolgedessen zur Feststellung der Natur der Sekretkörner der Drüsenzellen nicht alle erforderlichen mikrochemischen Reaktionen angestellt worden; auch sind deren optische und sonstige Eigenschaften nicht in genügender Weise festgestellt worden. Sonst würde man doch wohl Unterschiede zwischen beiden Drüsenarten gefunden haben.

Die Duodenaldrüsen haben zweifellos für die *Fleischfresser* eine geringere Bedeutung als für die *Herbi- und Omnivoren*. Das ergibt sich schon aus ihrem Verbreitungsgebiete; dies ist bei den Pflanzenfressern sehr gross (beim Pferde und Rind auf mehrere Meter, beim Schaf und Schwein auf $\frac{3}{4}$ Meter des Dünndarms sich erstreckend) und bei den Fleischfressern sehr klein (bei Hund und Katze nur von 1—2 Zentimeter Länge); es ist deshalb von vornherein nicht wahrscheinlich, dass das Sekret dieser Drüsen eine besondere Bedeutung für die Eiweissverdauung hat. Tatsächlich haben dann auch unsere Versuche ergeben, dass in ihm kein proteolytisches Enzym vorhanden ist. Für die Stärkeverdauung ist aber das Sekret der Duodenaldrüsen von Wichtigkeit, da es ein *amylolytisches Enzym* enthält. Ein *Zellulose lösendes Enzym* ist in ihm nicht vorhanden; dies haben frühere, in unserem Institute ausgeführte Untersuchungen dargetan. Die *Bedeutung des Duodenums* bzw. der Duodenaldrüsenzzone des Darmkanales besteht darin, dass sich in ihm alle für die Verdauung nötigen Sekrete ansammeln und mischen, nämlich die Sekrete der Leber, des Pankreas, der Duodenal- und der Darmeigendrüsen, das der letzteren allerdings nur zu einem Teile, weil diese Drüsen sich in der ganzen Ausdehnung des Darmkanales finden und überall ihr Sekret in den Darm ergiessen. Das gleiche gilt auch vom Oberflächenepithel und dem von ihm gelieferten Sekrete. Das Duodenum nimmt also ganz zweifellos eine Sonderstellung dem übrigen Dünndarm

gegenüber ein. In seinem Anfangsteile, d. h. in dem proximal von der Einmündung des Gallenganges gelegenen Abschnitte des Duodenums laufen noch dieselben Verdauungsvorgänge ab, wie in der Pylorusportion des Magens, wenn auch in verringertem Grade. Lebhafter als in der Regio pylorica des Magens wird dagegen hier die Amyolyse sein, weil die HCl durch die alkalischen Sekrete der Duodenal- und Darmeigendrüssen abgestumpft und teilweise gebunden wird. Daneben hält aber die peptische Proteolyse zweifellos an, weil immerhin noch genügend Säure zugegen ist, dass das Pepsin wirken kann. Diese im Darm ablaufende Magenverdauung kommt beim Schweine fast gar nicht, bei den Einhufern, Fleischfressern und auch beim Menschen nur wenig in Betracht, weil bei ihnen die fragliche von Galle und Pankreassaft freie Darmstrecke nur kurz ist. Anders ist dies bei den Wiederkäuern, bei denen dieser Darmabschnitt erheblich länger ist (beim Rinde ca. $\frac{3}{4}$ Meter). — Von der Stelle ab, wo sich die Galle und der Pankreassaft in den Darm ergiessen, hört die peptische Proteolyse auf. An ihre Stelle treten andere Vorgänge, die näher zu erörtern hier nicht der Ort ist. Zweifellos spielt aber das Sekret der Duodenaldrüsen dabei eine nicht unwichtige Rolle, indem es vor allem die Verdauung der Stärke und der ihr verwandten Nährstoffe steigert. Die Duodenaldrüsen sondern auch Mucin ab, aber in geringerer Menge als die Darmeigendrüssen und als das Oberflächenepithel; ihr Sekret ist reicher an Wasser und Eiweiss und ärmer an Schleim als das der Darmeigendrüssen; und in dieser Richtung zweifellos dem der Pylorusdrüsen ähnlich, es unterscheidet sich aber, wie erwähnt, von diesem vor allem dadurch, dass es kein proteolytisches und kein Labenzym enthält. Es ist möglich, dass die Duodenaldrüsen noch eine besondere, bis jetzt unbekannte Funktion haben. Zunächst aber müssen wir daran festhalten, dass sie ein schleimarmes, wässriges, alkalisches Sekret liefern, in welchem ein amyolytisches Enzym vorhanden ist und dass ihr Sekret zum Neutralisieren der HCl des in den Darm eintretenden Magenchymus und zum Erhalten des nötigen Wassergehaltes desselben trotz der lebhaft vor sich gehenden Aufsaugung beiträgt und dass es die Darmverdauung wesentlich unterstützt, indem es die Stärkeverdauung fördert.

Kleinere Mitteilungen zur mikroskopischen Technik

von

Fr. Kopsch.

1. Die Färbung der Thrombocytenkerne des Menschenblutes im Bluttrockenpräparat.

Die Darstellung der Thrombocytenkerne im Bluttrockenpräparat ist nicht leicht. Mit Hämatoxylin z. B. erhält der Zelleib genau dieselbe Färbung als der Kern; bei Anwendung anderer Farben oder Farbgemische, welche zur Färbung von Trockenpräparaten verwendet werden, nimmt der Thrombocytenkern oft keine oder so wenig Farbe an, dass an seiner Stelle ein heller Fleck erscheint.

Eine Ausnahme machen das Romanowskische Gemisch und ähnliche Gemische, Eisenhämatoxylin, Thionin. Mit diesen kann eine genügende Färbung erzielt werden. Die ersten beiden Methoden sind indessen ein wenig kompliziert und deshalb weniger geeignet für Anfänger und zum täglichen Gebrauch.

Sehr bequem ist dagegen das *Thionin*, welches neben dem Methylgrün als das beste Reagens auf Chromatin gilt. Da es jedoch fast ausschliesslich die Kerne färbt, die anderen Bestandteile des Präparates ungefärbt lässt, so mangelt den Präparaten die Übersichtlichkeit. Diese lässt sich leicht erzielen durch Nachfärbung mittels Pikrinsäure. Dadurch gewinnt das Präparat in doppelter Weise: erstens bleibt die Gelbfärbung durch Pikrinsäure selbst bei grosser Intensität durchsichtig und deckt nicht die blassen Thrombocytenkerne, welche noch deutlich erkannt werden können, auch wenn sie von einem Erythrocyten bedeckt werden; zweitens wird durch die Pikrinsäure das Thionin etwas dunkler.

Die Herstellung der Präparate geht in folgender Weise vor sich: Notwendig sind eine konzentrierte wässrige Lösung von Thionin und eine halb gesättigte Lösung von Pikrinsäure.

Das auf irgend eine Art fixierte Bluttrockenpräparat kommt auf kurze Zeit in die Thioninlösung. Der Überschuss der Farbe wird durch Abspülen des Präparates in Wasser entfernt; dann erfolgt Färbung in Pikrinsäure, Abspülen in Wasser, Trocknen, Einschluss in Kanadabalsam.

Die Kerne der Leukocyten sind schwarzblau, die der Thrombocyten sind hellblau gefärbt, die Erythrocyten, der Zelleib der Leukocyten und Thrombocyten sind gelb. Über die Haltbarkeit der Präparate sind meine Erfahrungen noch nicht sehr gross. Präparate, welche vor ungefähr zwei Jahren angefertigt worden sind, scheinen noch nichts an Intensität der Färbung eingebüsst zu haben.

2. Herstellung von Kurspräparaten aus versilberter Lunge.

Die Zellgrenzen der Alveolarepithelien werden durch Injektion von dünner Argentum nitricum-Lösung in die Trachea dargestellt. Durch die Silberlösung erhält das Organ zwar eine etwas festere Konsistenz, bleibt jedoch so weich, dass selbst die Bearbeitung von Gefrierschnitten dem Anfänger grosse Schwierigkeiten bietet.

Eine bessere Festigkeit lässt sich durch nachträgliche Härtung des versilberten Organs in Formalinlösung erzielen. Gefrierschnitte von so behandelter Lunge sind starrer und behalten ihre Form in ausgezeichneter Weise. Die durchschnittenen Alveolenwände bleiben auch beim Aufbringen auf den Objektträger und der folgenden Behandlung senkrecht stehen und tragen wesentlich zur Erhaltung der körperlichen Wirkung des Präparates bei.

Das Verfahren gestaltet sich folgendermassen: Ein kleines Tier wird durch Kopfab schneiden getötet. Die Lunge wird herausgenommen, durch die Trachea mit 0,25% Lösung von Argentum nitricum gefüllt und in eine entsprechende Menge derselben Silberlösung auf 12 bis 24 Stunden (im Dunkeln) eingelegt. Nach dieser Zeit legt man die ganze Lunge oder einzelne Teile in eine dünne Formalinlösung (3 bis 5 ccm auf 100 Wasser). In diese diffundiert die noch nicht verbrauchte Silberlösung und wird vom Formalin reduziert. Die dadurch trübe gewordene Lösung wird nach einer Stunde abgegossen und durch frische Lösung ersetzt, in welcher die Stücke 12 bis 24 Stunden und länger bleiben. Darnach werden mit dem Gefriermikrotom Schnitte angefertigt und zur endgültigen Reduktion des Silberalbuminates in Aqua destillata ans Licht gestellt. Die Schnitte werden auf dem Objektträger entwässert und aufgehellt, dann in Kanadabalsam eingeschlossen.

Aus dem physiologischen und anatomischen Institut der Tierärztlichen Hochschule
zu Dresden.

Vergleichende Untersuchungen über den histologischen Bau der Tränendrüse unserer Haussäugetiere.

Von

Dr. Hornickel,
Tierarzt in Dresden.

(Mit Tafel XIX.)

Die Tränendrüse stammt wie sämtliche Drüsen, die der Befeuchtung des Bulbus dienen, vom Ektoderm und entsteht durch Wucherung epithelialer Zapfen am Fornix conjunctivae (Martin [25]). Sie findet sich jedoch nicht bei allen Wirbeltieren, sondern wir begegnen ihr erst, wie dies in neuerer Zeit Sardemann [34] beschrieben hat, ihrem Zwecke entsprechend, die Augenoberfläche feucht zu erhalten, bei den Tieren, welche das flüssige Element verlassen haben und ein terrestrisches Dasein führen. Ihre Lage hat die Hauptmasse der Tränendrüse unserer Haussäuger auf der dorso-lateralen Fläche des Bulbus im Bereich des oberen Augnlides.

Die genauesten Angaben über die mikroskopische Anatomie der Tränendrüse finden wir bei v. Ebner [16] und sodann speziell für unsere Haussäugetiere bei Ellenberger [7] und Martin [25].

Meine diesbezüglichen Untersuchungen, die ich auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Geheimrat Ellenberger, vornahm, führten zu folgenden Befunden:

Von der die Tränendrüse umgebenden, bindegewebigen *Kapsel*, dem Epadenium oder Peradenium externum, ziehen in Form von

locker gebauten Scheidewänden zahlreiche Fortsätze in das Innere des Organes, das sogenannte Periadenum internum (Interstitialgewebe) und teilen die Drüse in viele polyedrische, makroskopische Körper oder Lappen: das Drüsenparenchym. Diese auch mikroskopisch nachweisbare Lappenbildung tritt uns bei den einzelnen Tieren verschieden gut ausgeprägt entgegen und zwar bezieht sich diese verschieden deutliche Erkennbarkeit nicht nur auf verschiedene Gattungen und Arten (Artverschiedenheiten), sondern auch auf einzelne Tiere derselben Art (individuelle Verschiedenheiten).

Während die Präparate von *Ziege* und *Schaf* die Trennung in die makroskopischen *Lappen* (*Lobi*) wenig deutlich erkennen lassen, steigert sich die Erkennbarkeit derselben von *Pferd*, *Esel*, *Rind*, *Hund* zur *Katze*, um endlich beim *Schweine* ihren Höhepunkt zu erreichen. Mit der Deutlichkeit dieser Lappenbildung geht Hand in Hand die Stärke der interlobären Bindegewebszüge.

Von den *interlobären Trabekeln* gehen unter unregelmässigem Winkel bei allen Tieren feine Züge ab, welche die Lappen in *Läppchen* (*Lobuli*) teilen und daher als *interlobulär* bezeichnet werden. Diese weitere Lappung ist bei den *Wiederkäuern* am wenigsten ausgesprochen, während sie bei den *Equiden*, *Fleischfressern* und besonders beim *Schweine* deutlich hervortritt.

Die interlobulären Züge verlieren sich allmählich, indem sich von ihnen aus ständig feinste Bälkchen und Faserbündel zwischen die Drüsenendstücke einsenken. Auf diese Weise entsteht das feine peri- oder intertubulöse resp. peri- oder interalveoläre Bindegewebe (das Endadenium oder intraparenchymatöse Bindegewebe).

Die Drüsenkapsel sowie das Interstitialgewebe bestehen aus Bindegewebe, welches von vereinzelt, elastischen Fasern, Lymphzellen und Fetteinlagerungen durchsetzt ist.

Während Schirmer [35] und Fleischer [8] bezüglich der *Lymphzellen* in der Tränendrüse des *Menschen* sich dahin aussprechen, dass der Gehalt des Interstitialgewebes an Lymphzellen an manchen Stellen ein so erheblicher ist, dass man den Eindruck eines adenoiden, lymphatischen Gewebes gewinnen könnte, kann ich für unsere Haustiere diese Angabe nicht bestätigen, wenn auch hin und wieder wie beim *Schafe*

das peritubuläre Netzwerk und beim *Schwein* das einen Ausführungsgang resp. ein Gefäss umgebende (pericanaläre, peritubäre, perivascularäre) Bindegewebe mehr oder weniger von Lymphzellen durchsetzt ist.

Bei allen Tieren bietet ferner das bindegewebige Element in der Tränendrüse noch die Eigentümlichkeit dar, dass seine Bündel mitunter durch *Fetteinlagerungen* auseinandergedrängt sind, und zwar tritt uns das Fett zum Teil in Form grosser Zellen, zum Teil in Gestalt kleiner und kleinster Tröpfchen entgegen (vergl. Fig. 8 c.). Beim *Hunde* sind die grossen Zellen bisweilen so zahlreich vorhanden, dass sie Fettinseln bilden, welche die Grösse kleinerer Drüsenläppchen erreichen können (vergl. Fig. 3). Fettläppchen dagegen, d. h. eine Anhäufung von Fettzellen mit zwischengelegenen Kapillaren sind nicht zu konstatieren. — Ähnliche Befunde hatte Kirchstein [14] beim *Menschen* nachzuweisen, und zwar besonders in der Tränendrüse des Mannes im hohen Alter. — Ich konnte eine Regel bezüglich des Vorkommens der Fetteinlagerungen nach dem Alter der einzelnen Tiere nicht aufstellen.

Bezüglich des *ausführenden Apparates* der Tränendrüse war vor allem festzustellen, ob sich derselbe ähnlich wie in den Kopfspeicheldrüsen verhält, ob also Schaltstücke, Sekrettröhren und Sekretgänge vorhanden sind. Es mag hier gleich bemerkt werden, dass Schaltstücke und -gänge stets zu konstatieren sind, dass aber charakteristische Sekrettröhren im allgemeinen fehlen. Als Schaltstücke glaube ich alle die Gänge, soweit sie intraparenchymatös liegen, ein niedriges, plattes Epithel und keine bindegewebigen Wandungen besitzen, bezeichnen zu dürfen, selbst wenn ihr Lumen eine grössere Weite erkennen lässt. Diese Schaltstücke sind bereits von Fleischer [8] beim *Rind* und von Merkel [28] beim *Hunde* gefunden worden. Ich habe sie bei allen Haustieren und besonders deutlich bei den *Equiden* nachgewiesen.

Die an die Schaltstücke sich anschliessenden Teile des eigentlichen Ausführungsgangsystems möchte ich nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen wie folgt zerlegen:

1. intraparenchymatöse,
2. im Interstitium gelegene und
3. extraglanduläre Gänge.

Die *intraparenchymatösen Gänge* besitzen ein zunächst ungeschichtetes, im allgemeinen kubisches und nur beim *Schwein* zylindrisches Epithel mit grossem, rundlichem Kern und homogenem Protoplasma. Diese Kanäle vereinigen sich zu grösseren, ebenfalls noch intralobulär gelegenen Ausführungsgängen, deren auskleidende Zellen den Typus des zweireihigen (Schiefferdecker) oder wie Zimmermann [32] sagt, partiell geschichteten Epithels aufweisen.

Die *im Interstitium liegenden*, häufig von Gefässen und Nerven begleiteten *Ausführungsgänge* haben ein weites Lumen und sind mit einem anfangs zweireihigen, später zweischichtigen, meist kubischen oder niedrigen, beim *Schweine* hochzylindrischen Epithel austapeziert. Beim *Hunde* (vergl. Fig. 3 c.) sind die Epithelzellen dagegen so flach, dass sie fast den Eindruck eines einschichtigen Plattenepithels erwecken können.

Einen ganz eigenartigen Befund machte ich in einigen interlobulären Ausführungsgängen der Tränendrüse einer *Ziege*. Ich fand dort im zweireihigen Epithel teils vereinzelte, teils gehäuft auftretende, wohl charakterisierte *Becherzellen* (vergl. Fig. 4 A), ein Befund, den ich sonst nur noch in einem Ausführungsgange der Tränendrüse eines *Esel*s nachzuweisen vermochte.

Die *extraglandulären*, im oberen Augenlide verlaufenden *Ductus excretorii* besitzen ein mehrschichtiges, zum Teil sehr hohes Epithel, welches nach der Mündung zu in geschichtetes Plattenepithel übergeht.

Zuletzt seien noch die *Sekretrohren* erwähnt, deren Vorkommen in der Tränendrüse von allen Autoren bis auf Boll [3] in Abrede gestellt wird. Dieser Meinung muss auch ich mich im allgemeinen anschliessen: jedoch gelang es mir beim *Esel* in einzelnen Gängen deutlich das für Sekretrohren charakteristische stäbchenförmig differenzierte Epithel nachzuweisen. Ich fand Durchschnitte durch Gänge, die vollständig mit diesen Epithelzellen ausgekleidet waren (vergl. Fig. 5 B), andererseits aber traten die sich durch Eosin rötenden, serösen Zellen mit der peripheren Streifung nur *herdweise*¹⁾ in den Gängen auf. Auch die

¹⁾ Das Auftreten von Gruppen (Nestern und Streifen) von eigenartig hohen, acidophilen (eosinophilen) serösen Zellen im Drüsengangepithel hat auch Hamecher [12] im hiesigen physiologischen Institute nachgewiesen.

Tränendrüse des *Rindes* unterscheidet sich in der berührten Frage von der der anderen Tiere und zwar insofern, als in manchen Ausführungsgängen Zellen zugegen sind, die denen der Sekretröhren bis zu einem gewissen Grade ähneln. Diese Zellen beschreibt schon Fleischer [8] und bezeichnet sie als Zellen mit pinselartiger Auffaserung. Als Sekretröhren kann ich diese Gänge jedoch nicht auffassen, weil die Zellen nur niedrig zylindrisch sind, das Protoplasma eine stärkere Affinität zu Eosin nicht besitzt, und die stäbchenförmige Differenzierung undeutlich hervortritt.

Was zunächst die *Form der Drüsenendstücke* der Tränendrüse der Haussäugetiere anlangt, so lehren die älteren Veterinäranatomen, wie Franck [9], Leisering und Müller [21], dass ihr Bau ein alveolärer sei, während ihn Martin [25] als tubulär und Ellenberger [7] als tubuloalveolär bezeichnet. Auch in der Literatur über die Tränendrüse des Menschen finden wir verschiedene Angaben; so sprechen ihr z. B. Boll [3] und Merkel einen alveolären Typus zu, während v. Ebner [16] den Bau als tubuloalveolär bezeichnet. Als rein tubulös wird die Drüse von Schirmer [35] betrachtet, der sich dieser früher von Stöhr und Flemming ausgesprochenen Meinung anschliesst und seine Ansicht besonders durch die Arbeit von Maziarski [26] als sichergestellt hält; hat doch Maziarski die Tränendrüse des Menschen mittels der Bornschen Plattenmodelliermethode in grossem Massstabe rekonstruiert und dadurch ein Modell erhalten, welches zweifellos für die Beurteilung der Gestalt massgebend ist. Zuletzt sei noch Fleischer [8] erwähnt, welcher sowohl der Tränendrüse des Menschen als derjenigen des Rindes einen tubulösen Charakter zuspricht. Ich möchte mich auf Grund meiner Untersuchungen, soweit ein Urteil ohne Rekonstruktion möglich ist, der Meinung Ellenbergers [7] und von Ebners anschliessen, dass wir eine alveolotubuläre Drüse vor uns haben.

Was den *feineren Bau* der Drüsenendstücke betrifft, so besitzen sie als *Membrana propria* wie die grossen Speicheldrüsen ein subepitheliales Netz von Korbzellen und eine diesen aussen anliegende cuticulare Basalmembran, deren früher oft bestrittene Existenz jetzt allgemein anerkannt und von mir bei allen Haustieren mit Sicherheit nachgewiesen worden ist.

Man kann die *Korbzellen* sehr schön nach der Heidenhainschen Methode (Eisenaun-Hämatoxylin) darstellen (vergl. Fig. 7 a). Sie erscheinen uns dann in Schnittpräparaten als lange, der Basis der Epithelzellen dicht anliegende, leicht gewundene Zellen, die als schwarze Linien der Form des Endstückes sich anschmiegen. Die Zelle selbst zeigt einen schmalen Zelleib, der in lange, sich verzweigende Fortsätze ausläuft, die ihrerseits das Endstück korbartig umschliessen und sich mit den Fortsätzen der anderen Zellen verbinden. Der Kern der Zellen ist, von der Fläche gesehen, länglich-oval, im übrigen stark plattgedrückt. Diese Korbzellen sitzen, wie schon geschildert, an der Innenfläche der festen, strukturlosen *Basalmembran* (vergl. Fig. 7 b).

Dieser *Membrana propria* sitzen die *Drüsenzellen* auf. Die mikroskopische Struktur dieser Epithelien ist, worauf Schirmer [35] hinweist, stets ein bevorzugtes Untersuchungsobjekt der Forscher gewesen, seitdem R. Heidenhain [13] als erster 1868 den Nachweis geführt hatte, dass morphologische Veränderungen an diesen Zellen während des Sekretionsvorganges zu beobachten sind. Abgesehen von Reichel [33] wurde die Tränendrüse von anderen Forschern immer nur im Anschluss an andere Drüsen, speziell die Speicheldrüsen, untersucht und ohne Anwendung künstlicher Reizung bearbeitet, so von Langley [19] und Kolossoff [15], bis 1901 die Arbeit Nolls [32] erschien, welche die morphologischen Veränderungen der Tränendrüse der Katze während der Sekretion behandelt.

Meine Untersuchungen an Hämatoxylin-Eosin-Präparaten über die Zellen der Drüsenendstücke führten mich bei den einzelnen Tieren zu folgendem Resultate:

Die *epitheliale Auskleidung* der Tubuli besteht bei allen Tieren aus einem einschichtigen Belag von Drüsenzellen, die ein enges, bisweilen kaum sichtbares Lumen umschliessen.

Die Drüsenzellen des *Pferdes* (vergl. Fig. 1) füllen, ungefähr 6—10 an Zahl, einen Tubulusquerschnitt bis auf das enge Lumen aus; sie haben eine pyramidenförmige Gestalt mit peripher gelegener Basis und zentraler, abgestumpfter Spitze, oder sie stellen bei anderer Richtung des Schnittes Polyeder dar. Ihr Längs- und Querdurch-

messer haben ungefähr eine gleiche Grösse. Sie erscheinen im mikroskopischen Bilde trübe. Bei sehr starker Vergrösserung sieht man an nach Heidenhain behandelten Präparaten, dass diese Trübung durch ein feines Netzwerk und durch in seine Maschen eingelagerte, kleinste Körnchen Granula bedingt wird. Da diese Granula im basalen Teile der Zellen zahlreicher als im zentralen auftreten, so tritt die Trübung in der peripheren Zone der Epithelzellen, also in der Nähe des Kernes, deutlicher hervor. Die basal gelegenen Kerne sind von rundlicher Gestalt und enthalten mehr oder weniger deutlich ein bis mehrere Kernkörperchen und ein zartes Chromatinnetz.

Beim *Esel* findet man ausser den Drüsenendstücken, welche die beim Pferde geschilderten Epithelzellen enthalten, an vereinzelt Stellen Komplexe von Tubulusquerschnitten, die man auf den ersten Blick für intraparenchymatöse Ausführungsgänge halten könnte. Es sind grössere und kleinere Querschnitte mit zum Teil recht grossem Lumen, kubischem Epithel und mehr plattgedrückten Kernen.

Beim *Rinde* liegen die Verhältnisse wie beim Pferde, nur haben die Kerne meist eine querovale Form und liegen basal.

Beim *Schafe* (vergl. Fig. 4) treffen wir Drüsenendstücke (a) mit hellen Zellen an, die denen des Pferdes gleichen, doch sieht man ausserdem an nach Heidenhain behandelten Präparaten noch Gruppen von durch Einlagerung zahlreicher Granula dunkler erscheinenden Tubulusquerschnitten (b) in dem im allgemeinen aus heller gefärbten Drüsenzellen bestehenden Parenchym liegen. Bei Betrachtung mit der Ölimmersion kann man nachweisen, dass diese dunkleren Tubulusquerschnitte teils nur dunkle Zellen, teils dunkle neben hellen enthalten.

Die Bedeutung dieser Zellen soll später erwähnt werden.

Bei der *Ziege* liegen die Verhältnisse wie beim Pferde. Die Endstücke besitzen aber ein weites Lumen und sind von einschichtigem, hochzylindrischem Epithel ausgekleidet. Als Besonderheit treten uns fast in jedem Gesichtsfelde (bei einer Vergrösserung von 220) zwischen den gewöhnlichen Drüsenzellen ovale, durch Eosin gleichmässig gefärbte Gebilde (vergl. Fig. 6 B) entgegen, die eigentümliche Zellen darstellen, deren Kern meist etwas plattgedrückt ist und bisweilen

halbmondförmig am Rande liegt. Oftmals sieht man, dass diese Zellen sich, ganz normal gelegen, an der Bildung des Lumens beteiligen, so dass der Protoplasmateil der Zelle nach dem Lumen hin, der Kern an der Basis sitzt. Nicht selten findet sich der Kern nicht an der Basis, sondern an einer der Seitenwände, als ob die Zelle sich um einen bestimmten Winkel gedreht habe. Andererseits aber sieht man auch solche Zellen, die vom Lumen gänzlich abgedrängt erscheinen. Diese Zellen treten für gewöhnlich in den Querschnitten vereinzelt auf, doch findet man häufig in jedem Gesichtsfelde (bei einer Vergrößerung von 220) mehrere Drüsenendstücke, welche diese eigentümlichen Gebilde enthalten. Seltener beobachtet man, dass in einem Tubulusquerschnitte zwei oder sogar noch mehr solche Zellen sitzen. Was diese Gebilde darstellen, entzieht sich meiner Beurteilung. Übergangsstufen zu Schleimzellen können es nicht sein, da sich ihr Protoplasma mit Eosin schön rot färbt und mit Schleimfarben keine Reaktion gibt.

Eine Ausnahme in bezug auf die Form der Endstücke macht der *Hund*, wie es schon Lutz [23] nachgewiesen hat (vergl. Fig. 3). Wir finden neben den bei den anderen Tieren geschilderten Endstücken (a) zum Teil stark ausgebuchtete Tubuli resp. Alveoli, deren hohe, zylindrische Zellen ein unverhältnismässig weites Lumen begrenzen (b). Der Kern dieser Zellen sitzt immer basal. Den gleichen Aufbau aus engen und weiten Endstücken fanden Löwenthal [22] und Lutz [23], auch in der Nickhautdrüse des Hundes.

Der epitheliale Belag der Tränendrüse der *Katze* zeigt keine Besonderheiten, d. h. er gleicht dem der Equiden.

Um die Frage des *Fettgehaltes* der Drüsenzellen zu erörtern, verwendete ich in Osmiumsäure oder Flemmingscher Lösung gehärtete und mit Safranin nachgefärbte Präparate und zur Kontrolle noch mit den spezifischen Fettfarben, Scharlachrot, Sudan III und Indophenol, tingierte Gefrierschnitte.

Das Vorkommen von *Fett* in den Zellen der Tränendrüse des *Menschen* ist in der Literatur schon öfters beschrieben worden. Es wurde zuerst von Stanculéanu und Théohari [36] bei längerer Dauer von Epiphora beobachtet. Nach ihnen fand Axenfeld [1] in allen

untersuchten Drüsen regelmässig Fetttröpfchen sowohl in den Zellen der Tubuli als in denjenigen der Ausführungsgänge.

Wie beim Menschen, so finden wir auch kurze Angaben über das Vorkommen von Fett in der Tränendrüse einiger unserer Haus-säuger. So sind osmierte Fetttröpfchen nach Ellenberger [7] und Lutz [23] bei sämtlichen Haussäufern mit Ausnahme des Schweines gefunden worden; auch Noll [32] hat in der Tränendrüse der Katze Fett nachgewiesen.

Meine diesbezüglichen Befunde sind folgende:

Das Fett tritt als konstanter Zelleinschluss bei allen Tieren auf, und zwar in Form kleiner und kleinster Tröpfchen, die teils mit bestimmter Anordnung, teils regellos im Protoplasma liegen.

Bei den *Equiden* und dem *Schweine* befinden sie sich in Gestalt feiner und feinsten Kügelchen im Zelleib, und zwar bevorzugen sie den peripheren Abschnitt desselben. Während dieser basale Teil der Zellen fast in jedem Falle ein bis mehrere Tröpfchen aufweist, ist die dem axialen Hohlraume zugewendete Zone des Protoplasmas meistens von den charakteristischen Pünktchen frei. Die Zahl der Fettkörnchen ist grossen Schwankungen unterworfen und scheint zu ihrer Grösse im umgekehrten Verhältnis zu stehen.

Bei den *Wiederkäuern* lässt sich nur eine schwache Einlagerung von Fett erkennen und zwar tritt uns dasselbe in Form kleiner Tröpfchen entgegen, welche regellos in das Protoplasma eingestreut sind.

Eine besondere Stellung nimmt in der behandelten Frage der *Hund* ein, da bei ihm das Vorkommen von Fett in der epithelialen Auskleidung der Drüsenendstücke sehr erheblichen Schwankungen unterworfen ist (vergl. Fig. 8).

Die Tubuli der *Katze* weisen in ihren Zellen im Vergleich zu denen der anderen Tiere das wenigste Fett auf. Doch kann ich die Meinung Nolls [32], dass nur ein kleiner Teil der untersuchten Tiere das Fett enthalte, nicht teilen, da ich in allen untersuchten Tränendrüsen der Katze, wenn auch nur wenige, so doch stets Fettkügelchen habe konstatieren können. Ebenso wenig konnte ich Nolls Befunde über die Grösse der Fetteinlagerungen nachweisen: dass nämlich das

Fett teils in Form eines die Grösse des Kernes bisweilen erreichenden Tropfens, teils in Gestalt kleiner Kügelchen auftritt.

Meine Schnitte liessen folgendes Bild erkennen: Die fettigen Einlagerungen durchsetzen zum Teil in unregelmässiger Anordnung das Protoplasma, zum Teil jedoch bevorzugen sie auch den basalen Abschnitt der Zellen in Form mehrerer feiner Tröpfchen oder häufen sich in Gestalt feinsten Pünktchen in dem zentralen Teile der Zellen an.

Die im Anschluss hieran erfolgte Untersuchung der *Epithelien der Ausführungsgänge* führte zu nachgenannten Ergebnissen:

Der zellige Belag des abführenden Kanalsystems lässt im allgemeinen nur spärliche, bei der Katze dagegen keine oder in vereinzelt Fällen nur sehr spärliche Fetttropfchen erkennen.

So eigentümlich es nun erscheint, dass die Tränendrüse aus den Bestandteilen des Blutes Fett produziert bzw. vom Blute aufnimmt, ebenso verwunderlich muss es berühren, dass ihr klares Sekret Schleim enthalten soll. Doch lassen uns die von Frerichs [10], Arlt-Lerch [2] und Magaard [24] gemachten Analysen der Tränenflüssigkeit des Menschen erkennen, dass beide Stoffe zu ca. 0,3% darin enthalten sind.

Ebenso ist aus der veterinär-histologischen Literatur, so durch Ellenberger bekannt, dass die Tränendrüse des *Schweines* eine Schleimdrüse ist.

Zur Prüfung des eventuell vorhandenen Mucins oder Mucigens nahm ich daher die mikrochemische Farbenreaktion vor und fand als geeignetste Tinktionsmittel Bismarckbraun und Mucikarmin.

Bevor ich mich nun zur Beschreibung meiner Befunde selbst wende, will ich noch kurz vorausschicken, dass die Eigenschaften des Mucins seinen chemischen und mikrochemischen Reaktionen nach wenig bekannt sind und dass wohl kein Farbstoff als ganz spezifisches und sicheres Reagens auf Schleim betrachtet werden kann. Dies zeigen, wie bekannt, die Färbeversuche vieler Autoren.

Ob also in den Zellen meiner Präparate reines Mucin oder nur eine Übergangs- oder Vorstufe desselben mit anderen Affinitäten enthalten ist, entzieht sich meiner Beurteilung. Ich kann nur schildern, was ich tatsächlich beobachtete. Danach steht es fest, dass auf die

Schleimfarben die Tränendrüse des *Pferdes*, *Esels*, *Rindes* und der *Katze* nicht reagierten. Bei den übrigen Tieren (*Schwein*, *Schaf*, *Ziege*, *Hund*) trat eine prägnante Reaktion ein, doch zeigen diese Tränendrüsen eine grosse Verschiedenheit in der Aufnahme der fraglichen Reagentien.

Während die Tränendrüse des *Schweines*. wie Ellenberger [7] schon erwähnt, sich deutlich mit den Farbstoffen in ihrer Gesamtheit tingiert, also eine reine Schleimdrüse ist, finden wir in den Präparaten von *Schaf*, *Ziege* und *Hund* nur einzelne Tubuli resp. Zellen, welche den mucösen Charakter erkennen lassen; wir haben hier also gemischte Drüsen vor uns. Bei genauerer Betrachtung der Präparate des Schafes und bei Vergleichung derselben mit nach Heidenhain behandelten Schnitten bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass diejenigen Zellen, welche die Schleimfarben annehmen, identisch sind mit den nach Heidenhain dunkel gefärbten Zellen; denn in beiden Fällen fand ich Körnchen im Zelleib von der gleichen Anordnung und der gleichen Grösse. Bei der *Ziege* dagegen lassen sich die wenigen auf die Mucinprobe reagierenden Zellen bei anderen Tinktionsmethoden nicht von den serösen Zellen unterscheiden.

Beim *Hunde* endlich zeigen nur die engen Abschnitte mit den hohen, pyramidenförmigen Zellen Schleimreaktion, während die weiten Kanäle zu den betreffenden Farben sich indifferent verhalten. Mit diesem Verhalten würden sich allerdings die Funde Löwenthals [22] an der Nickhautdrüse nicht decken, da dieser die engen Endstücke gerade als zum serösen Typus gehörig bezeichnet (siehe Zietzschmann [37]).

Auf den Nachweis der von Zimmermann [38] in den Zellen der Tränendrüse des Menschen beobachteten Zentralkörper habe ich meine Untersuchungen nicht speziell gerichtet; ich habe aber konstatiert, dass sie bei dem zur Darstellung der Kittleisten nötigen Differenzierungsgrade nicht zu sehen waren.

Die den axialen Hohlräumen der Drüsenendstücke anliegenden Flächen, also die sekretorischen Oberflächen der Zellen tragen an ihren Berührungslinien *Kittleisten*, wie man an nach Heidenhain gefärbten Präparaten erkennen kann. Dieselben treten uns, je nach der

Richtung der Schnitte entgegen als blauschwarze Begrenzungslinien an den zentral gelegenen Zellflächen oder als Punkte an der dem Lumen zugekehrten Berührungsfläche zweier benachbarter Zellen. Das Zustandekommen dieser verschiedenartigen Bilder lässt sich folgendermassen erklären: Die Kittmasse der fraglichen Zellen beschränkt sich lediglich auf die an der sekretorischen, also zentralen Oberfläche gelegenen Ränder der Zellen; sie tritt also, von oben gesehen, in Form von Kittstreifen, im Querschnitte dagegen in Gestalt schwärzlicher Punkte auf.

Zuletzt sei noch die Frage erörtert, ob wir am Ende des für gewöhnlich sichtbaren Drüsenlumens auch tatsächlich am Ende des sekretausführenden Apparates sind, oder ob noch feine Gänge, die sogenannten *Sekretkapillaren*, vorhanden sind.

In dieser Frage hat vor allem Zimmermann [38] mit Heidenhains Eisenhämatoxylinmethode Klarheit geschaffen, durch die es ermöglicht wird, die erwähnten Gebilde darzustellen. Die Meinung der einzelnen Autoren darüber ist jedoch verschieden.

Während die einen Autoren die Sekretkapillaren als interzellulär oder zwischenzellig gelegen betrachten, vergl. E. Müller [31], Fleischer [8] und Zimmermann [38], sind andere Autoren, wie Laserstein [20], R. Krause [17] und Küchenmeister [18], der Meinung, dass sie intrazellulär oder binnenzellig liegen, d. h. dass sie in den Leib der einzelnen Zellen eindringen und nicht bloss, wie im ersten Falle angenommen, von den Flächen zweier benachbarter Zellen begrenzt werden.

Ich muss mich auf Grund meiner Untersuchungen bezüglich der in Betracht kommenden Verhältnisse der Tränendrüse der Haussäugetiere denjenigen Autoren anschliessen, welche das Vorkommen von intrazellulären Sekretkapillaren verneinen, da ich stets, wenn Sekretkapillaren sichtbar waren, auch Kittleisten nachweisen konnte. Unmöglich ist es aber, dass binnenzellige Sekretkapillaren Kittleisten besitzen, da ja an deren Bildung nur eine Zelle beteiligt ist, also die allein Kittleisten tragenden Ränder von zusammenstossenden Epithelzellen nicht zugegen sein können.

Ich habe nun die Sekretkapillaren bei allen Tieren mit *Ausnahme des Schweines und Hundes* gefunden und diese Befunde bezüglich

des gesamten Parenchyms vom Schwein und bezüglich der Tubuli vom Hunde, welche ein enges Lumen haben, mit der Tatsache in Übereinstimmung gebracht, dass diese Teile durchweg den Charakter der Schleimdrüsen tragen, die ja bekanntlich keine Sekretkapillaren aufweisen. Die Tatsache, dass den weiten, schleimfreien Drüsenendstücken des *Hundes* die Sekretkapillaren fehlen, kann ich mir nicht erklären.

Bei den *Equiden* und der *Katze* treten uns die Sekretkapillaren als Kanälchen von langer, schlanker Gestalt und gestrecktem Verlaufe entgegen, die zwischen den Epithelzellen nach der Peripherie der Tubuli zu verlaufen, ohne die Membrana propria je zu erreichen und in der Höhe der Zellkerne enden.

In der Tränendrüse des *Rindes* habe ich dieselben Befunde zu verzeichnen wie Fleischer [8], d. h. ich habe in den Präparaten Sekretkapillaren von sehr verschiedener Länge gesehen. Während einzelne fast bis zur Basis der Zellen reichen und erst in der Höhe des basal liegenden Kernes enden, sind andere so kurz, dass sie nur kleine, kegelförmige Ausbuchtungen des Lumens darstellen.

Zuletzt seien noch die kleinen Wiederkäuer (*Schaf* und *Ziege*) erwähnt, von denen die *Ziege* keine Besonderheiten zeigt: bei ihr treffen wir die Sekretkapillaren in Gestalt kleiner, kurzer Kanäle an. Anders dagegen liegen die Verhältnisse beim *Schafe*. Wir müssen in seiner Tränendrüse, wie schon erwähnt, an Heidenhain-Präparaten zwischen den hellen und dunklen Zellen unterscheiden. Die helle, seröse Zellen enthaltenden Drüsenendstücke zeichnen sich besonders durch das häufige Vorkommen von Sekretkapillaren aus (vergl. Fig. 4a). Dieselben sind sehr deutlich sichtbar und verästeln sich sogar mitunter nach ihrem zum Teil gewellten Verlaufe. In den von dunklen Zellen ausgekleideten Drüsenendstücken treten sie in Form kurzer, stumpf endender Schläuche auf (vergl. Fig. 4b). Finden wir in dem Gesichtsfelde einen Tubulus, welcher helle neben dunklen Zellen enthält, so können wir zwischen ersteren die langen, deutlichen Sekretkapillaren wahrnehmen, während wir die Sekretkapillaren zwischen den letzteren nur als kurze, die Höhe der Kerne nicht erreichende Ausbuchtungen auftreten sehen.

Das Vorkommen der allerdings sehr kurzen Sekretkapillaren zwischen den dunklen Zellen ist um so auffälliger, da diese, wie erwähnt, den Charakter von Schleimzellen tragen. Man kann sich dies eben wohl so erklären, dass diese Zellen nicht reine Schleimzellen, sondern gemischt funktionierende Zellen sind, die zwar eine gewisse Menge Mucin, daneben aber auch ein seröses Sekret liefern. Es wären also Zellen, wie sie auch Deimler [5] und Haane [11] in den Pylorus- und Brunnerschen Drüsen im hiesigen physiologischen Institute nachgewiesen haben.

Literaturverzeichnis.

1. Axenfeld, Th., Über die feinere Histologie der Tränendrüse, besonders über das Vorkommen von Fett in den Epithelien. Bericht über die 28. Versammlung der Ophthal. Gesellschaft Heidelberg 1900.
2. v. Arlt, Über den Tränenschlauch. Archiv f. Ophthalm. I. 2.
3. Boll, Franz, Die Tränendrüse. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871.
4. —, Über den Bau der Tränendrüse. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. IV.
5. Deimler, K. M., Vergleichende Untersuchungen über die Pylorusdrüsenzzone des Magens und die Duodenaldrüsenzzone des Darmkanals der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Zürich 1904.
6. Ellenberger, W., Vergleichende Histologie der Haustiere. 1887.
7. —, Grundriss der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere. 1901.
8. Fleischer, Bruno, Beiträge zur Histologie der Tränendrüse und zur Lehre von den Sekretgranula. Habilitationsschrift. Tübingen 1904.
9. Franck, L., Anatomie der Haustiere. 1883.
10. Frerichs, Tränensekretion. R. Wagners Handwörterbuch. III. 1.
11. Haane, G., Über die Kardiadrüsen und die Kardiadrüsenzzone des Magens der Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Giessen 1904.
12. Hamecher, H., Vergleichende Untersuchungen über die kleinen Mundhöhlendrüsen unserer Haussäugetiere. Inaug.-Diss. Leipzig 1905.
13. Heidenhain, R., Beiträge zu der Lehre von der Speichelabsonderung. 1868.
14. Kirchstein, Fritz, Über die Tränendrüse der Neugeborenen und die Unterschiede derselben von der des Erwachsenen. Inaug.-Diss. Berlin 1894.
15. Kolossow, Eine Untersuchungsmethode des Epithelgewebes, besonders der Drüsenepithelien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. LII.
16. Koelliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Bd. III. Bearbeitet durch v. Ebner. Leipzig 1902.
17. Krause, R., Zur Histologie der Speicheldrüsen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 45.
18. Küchenmeister, H., Über die Bedeutung der Gianuzzischen Halbmonde. Archiv f. mikrosk. Anat. XLVI. 4. 1896.
19. Langley, On the structure of serous glands in rest and activity. Proc. of the Royal Soc. Nagels Jahresbericht. 1880.
20. Laserstein, Über die Anfänge der Absonderungswege in den Speicheldrüsen und im Pankreas. Archiv für die ges. Physiol. I.V. 9 u. 10.
21. Leisering und Müller, Vergleichende Anatomie der Haussäugetiere. 1885.
22. Löwenthal, Drüsenstudien. Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. XIII. Bd. S. 1. 1896.

23. Lutz, Beiträge zur Kenntnis der Drüsen des dritten Augenlides. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin. N. F. 3. Bd. 1899.
 24. Magaard, Über das Sekret und die Sekretion der menschlichen Tränendrüse. Virchows Archiv. LXXXIX.
 25. Martin, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1904.
 26. Maziarski, Über den Bau und die Einteilung der Drüsen. Anat. Hefte. Heft 58.
 27. Merkel, Makroskopische Anatomie des Auges. Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. I. 1.
 28. —, Die Speicheldrüsen. Rektoratsprogramm. Rostock 1883.
 29. Müller, Erik, Drüsenstudien. I. Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abteil. 1896.
 30. —, Drüsenstudien. II. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 64.
 31. —, Über Sekretkapillaren. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 45.
 32. Noll, Alfred, Morphologische Veränderungen der Tränendrüse bei der Sekretion. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 58.
 33. Reichel, Paul, Über die morphologischen Veränderungen der Tränendrüse bei ihrer Tätigkeit. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 17.
 34. Sardemann, E., Beiträge zur Anatomie der Tränendrüse. Inaug.-Diss. Freiburg 1887 und Berichte der Naturforschergesellschaft zu Freiburg. Bd. III. 1887.
 35. Schirmer, O., Mikroskopische Anatomie und Physiologie der Tränenorgane. Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 75. u. 76. Lief.
 36. Stanculéanu und Théohari, État de la glande lacrimale dans le larmoiement chronique. Archiv f. Ophthal. XVIII. S. 737.
 37. Zietzschmann, O., Das Sehorgan. Im Handbuch der vergleichenden mikrosk. Anat. der Haustiere von Ellenberger. I. Bd. Berlin, Parey 1906.
 38. Zimmermann, K. W., Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 52.
-

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Schnitt durch die Tränendrüse des Pferdes (Sublimat, Hämatoxylin-Eosin): Endstück (*a*) mit verschiedenen Abzweigungen geht in ein Schaltstück (*b*) über. *c* = Interstitiell gelegener Ausführungsgang mit zweischichtigem Epithel.
- Fig. 2. Schnitt durch die Tränendrüse des Schweines (Sublimat, Hämatoxylin-Eosin): *a* = Endstücke; *b* = Ausführungsgänge (der linke mit hochzylindrischem, zum Teil zweireihigem Epithel).
- Fig. 3. Schnitt durch die Tränendrüse des Hundes (Sublimat, Hämatoxylin-Eosin): *a* = Endstück mit pyramidenförmigen Zellen und kleinem Lumen; *b* = Endstück mit zylindrischen Zellen und grossem Lumen; *c* = Ausführungsgänge.
- Fig. 4. Schnitt durch die Tränendrüse des Schafes (Sublimat, Hämatoxylin-Eisenalaun): *a* = Endstück mit hellen Zellen und langen, zum Teil verzweigten, interzellulären Sekretkapillaren; *b* = Endstück mit dunklen Zellen und kurzen Sekretkapillaren; *c* = Schaltstück.
- Fig. 5. *A* = Schaltstück; *B* = Sekrettröhre mit deutlicher, basaler Streifung und hohem zylindrischen Epithel aus der Tränendrüse des Esels (Sublimat, Hämatoxylin-Eosin).
- Fig. 6. *A* = Interlobärer Ausführungsgang einer Ziege mit zweischichtigem Epithel und mit Schleimzellen; *B* = Endstück mit einer der eigenartigen, vorn näher beschriebenen Zellen aus der Tränendrüse der Ziege (Sublimat, Hämatoxylin-Eosin).
- Fig. 7. Drüsenendstück aus der Tränendrüse der Ziege (Sublimat, Hämatoxylin-Eisenalaun), zwischen den Zellen kurze, stummelförmige Sekretkapillaren: *a* = Korbzellen; *b* = Basalmembran.
- Fig. 8. Gefrierschnitt durch die Tränendrüse des Hundes (Hämatoxylin-Sudan III): *a* = Drüsenendstück mit feinsten, rotgefärbten Fetttröpfchen, die sich vor allem in der Basis der Zellen anhäufen; *b* = Ausführungsgang; *c* = Fettzelle.
-

Die Speichelkörperchen.

Von

Theodor Gött.

Die Speichelkörperchen betrachtete man früher als Abkömmlinge des Epithels der Speicheldrüsen oder ihrer Ausführungsgänge, wenn nicht ihre Existenz im normalen Speichel überhaupt ganz in Abrede gestellt wurde, wie das z. B. von Pflüger in dem 1871 erschienenen Strickerschen Handbuch [27] geschah. Erst 1882 trat Stöhr mit der Ansicht auf, die Speichelkörperchen stammten aus dem adenoiden Gewebe der Zungenbalgdrüsen und der Tonsillen und seien nichts anderes als durch den Epithelüberzug dieser Organe durchgewanderte Leukocyten; diese Leukocytendurchwanderung sei etwas völlig Physiologisches, denn sie finde sich bei den verschiedensten Tieren ebenso wie beim normalen Menschen jeden Alters. Stöhrs Auffassung erwies sich als durchaus zutreffend und ist heute allgemein angenommen.

Die Rachen- und die Gaumentonsillen sind seitdem noch häufig nachuntersucht, über die Speichelkörperchen aber keine Angaben gemacht worden. Dass diese Arbeit sich nochmals mit ihnen beschäftigt, hat seinen Grund darin, dass in dieser Frage einige Punkte nicht recht aufgeklärt erscheinen.

Da ich eine zusammenfassende Bearbeitung der Speichelkörperchen sowohl in morphologischer wie biologischer Beziehung in der Literatur nicht finden konnte, so möchte ich an diese Aufgabe in erster Linie herantreten. Was hierüber zerstreut in Lehr- und Handbüchern der Histologie und Physiologie zu erfahren ist, ist nicht viel, auch wenn man die Summe aller dieser Einzeldarstellungen zusammen nimmt. Diese Summe lautet ungefähr so (zusammengestellt aus den Werken von

Stricker (1871), Stöhr (1903), Landois (1900), Eulenburg (1899): Die Speicheldrüsenkörperchen sind etwa 8—11 μ grosse, runde, hüllenlose Zellen; sie haben einen Kern und ähneln sehr den farblosen Blutkörperchen; ihr Protoplasma schliesst zahlreiche dunkle, d. h. stark lichtbrechende Körnchen ein, welche in exquisiter Weise die sogen. Brownsche Molekularbewegung zeigen; die Zellen selbst sollen zum Teil amöboid beweglich sein. Das ist alles, was von den Speicheldrüsenkörperchen allgemein gesagt wird; denn über andere, besonders mehr biologische Punkte gehen die Ansichten auseinander. Bei dieser Sachlage wird es angebracht sein, wenn ich zunächst auf die *morphologischen Eigenschaften der Speicheldrüsenkörperchen* in Kürze näher eingehe.

Die Speicheldrüsenkörperchen bilden eine von den übrigen im Speichel vorkommenden Zellen wohlgetrennte Gruppe — abgesehen von Mikroorganismen jeder Art finden sich daneben noch die grossen, plattenförmigen Epithelzellen der Mundhöhlenschleimhaut —, obwohl sie eine reiche Mannigfaltigkeit von Formen bieten, die sich hinsichtlich ihrer Grösse, der Zahl ihrer Kerne, der Menge ihres Protoplasmas und hinsichtlich ihrer Färbbarkeit voneinander verschieden zeigen. Man kann aber unter ihnen zwei Zelltypen aufstellen, welche die beiden Extreme einer ununterbrochenen Formenreihe bilden: eine kleine Zellenart mit wenig Protoplasma und wechselnder Form — bald rund, bald oval, bald birnförmig oder in Zipfel auslaufend — und eine oftmals grössere, stets kugelförmige, protoplasmareiche. Die grössere Art ist von fast konstanter Grösse, im Mittel 15,5 μ ; Maximum und Minimum weichen nur um sehr wenig von diesem Mittelwert ab. Die kleine Art hat wegen ihrer schwankenden Form auch verschiedene Werte, der Querdurchmesser beträgt etwa 9, der Längsdurchmesser gegen 10,5 μ . Beiden Zelltypen gemeinsam ist die Granulierung des Protoplasmaleibes; es sind zahlreiche kleine Körnchen von der Grösse derjenigen der neutrophilen Leukocyten, im frischen Speichel stets in lebhaft zitternder, oszillierender Bewegung, die erst beim Erkalten desselben nachlässt und endlich aufhört. Ferner stimmen die beiden Zellformen im grossen und ganzen auch bezüglich ihres Kerns überein. Recht selten und nur bei den kleinsten Formen liegt ein einziger, kugliger, ziemlich gut erkennbarer Kern in seinem Zellleib; meist finden sich zwei oder drei,

selten vier, dicht beisammenliegende Kerne, von denen man schwer sagen kann, ob sie untereinander zusammenhängen oder ob sie völlig getrennt und unabhängig voneinander sind. Es liegen, wie man sieht, die gleichen Verhältnisse vor wie bei den zuerst polynukleär, dann polymorphkernig genannten Leukocyten; die Übereinstimmung mit diesen ist bei der grossen Form der Speichelkörperchen überhaupt so völlig, dass beide Zellarten kaum auseinander zu kennen sind. Mir ist bloss der eine Punkt fast regelmässig aufgefallen, dass bei den Speichelkörperchen der polymorphe Kern so ungemein häufig eine zweiteilige oder zweilappige Gestalt aufweist, während bei den Blutleukocyten die drei- und mehrteiligen Formen weitaus überwiegen. Alle diese Verhältnisse lassen sich ohne Schwierigkeit schon am ungefärbten Präparat, d. h. an einem Tropfen frischen Mundspeichels erkennen. Viel klarere Kernbilder erhält man indes nach Zusatz von verdünnter Essigsäure, besonders aber nach einfacher Färbung mit dem gewöhnlichen wasserlöslichen Methylenblau. Nur darf man den Speichel vor der Färbung nicht lufttrocken werden lassen und über der Flamme fixieren, sondern es empfiehlt sich, einen kleinen Tropfen der verdünnten Farblösung zum flüssigen Speichel auf dem Objektträger zuzusetzen; es fallen dann die zahlreichen, durch Eintrocknen und Erhitzen verzerrten Zellformen weg, was Untersuchung und Erklärung wesentlich vereinfacht. Bei der Betrachtung des auf diese Weise gefärbten frischen Speichels ergibt sich noch ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den kleinen und grossen Speichelkörperchen: während nämlich die Kerne der kleinen Zellen sofort nach Zusatz der Farbe tiefblau tingiert sind — gleichmässig dunkel, ohne eine Struktur des Chromatins erkennen zu lassen — bleiben die der grossen Formen vollkommen farblos oder nehmen bloss einen ganz leichten bläulichen Schimmer an.

Das Protoplasma färbt sich bei beiden Zellarten ebensowenig wie die Granula mit Methylenblau. Diese letzteren zeigen vielmehr eine gewisse Affinität zum Eosin und färben sich in einer Kombination von Eosin und Methylenblau — ich benützte das May-Grünwaldsche eosinsaure Methylenblau — leicht rosa bis schmutzig rot an. Ausserdem zeigt sich an den so gefärbten Präparaten, dass bei den grossen Speichelkörperchen die Hauptmasse der Körnchen rings um den meist

exzentrisch gelegenen Kern angehäuft ist, während im peripheren Protoplasma fast keine enthalten sind.

Habe ich mich bei der bisherigen Betrachtung der Speicheldrüsenkörperchen bloss an die beiden extremen Formen gehalten, so brauche ich nun, um das Gesamtbild zu vollenden, eigentlich nur noch anzufügen, dass zwischen diesen beiden Formen eine Unmenge anderer existieren, die sich von dem Bild des einen oder des anderen in irgend einer Richtung entfernen, stets aber in einer Richtung, die in gerader Linie zum anderen Typus führt. So dürfen wir schon aus dem morphologischen Bild der Speicheldrüsenkörperchen schliessen, dass sie alle miteinander eine lange Formenreihe bilden, eine Reihe, an deren beiden Endpunkten zwei Zellformen stehen, die sich kaum mehr ähnlich sehen. Nun wissen wir, wie erwähnt, dass die Speicheldrüsenkörperchen ausgewanderte weisse Blutzellen darstellen; wenn wir demnach versuchen, die Verhältnisse und die Benennungen dieser Blutzellen auf die Speicheldrüsenzellen zu übertragen, so werden wir ohne weiteres die grosse Form der letzteren als polymorphkernige Leukocyten bezeichnen, während wir für die kleinen ein-kernigen die Bezeichnung mononukleäre Lymphocyten wählen und für die grosse Mehrzahl der übrigen Formen im Blut kein Analogon auf-finden können — sie sind keine rechten Lymphocyten, sind keine rechten Leukocyten, haben von beiden etwas — man könnte sie für Zwischenformen, für Übergangsformen zwischen diesen zwei Kategorien halten.

Nach diesen rein morphologischen Betrachtungen möchte ich an einige Fragen herantreten, die sich mehr auf die *Biologie der Speicheldrüsenkörperchen* erstrecken.

Es wurde schon in der Einleitung bemerkt, dass man früher die Speicheldrüsenkörperchen für Epithelzellen hielt, die aus den Speicheldrüsen und deren Ausführungsgängen stammen und beim Sekretionsakt vom ausströmenden Speichel mitgerissen sein sollten. Da man aber wusste, dass gesunde Epithelzellen keineswegs so ohne weiteres aus einem gleichfalls normalen Zellverband losgelöst und weggeschwemmt werden können, so nahmen die meisten Autoren, z. B. Pflüger [27], konsequenterweise an, dass im normal abgesonderten Speichel gar keine morphologischen Elemente vorhanden seien, sondern dass die „so-

genannten Speicheldrüsenkörperchen“ nur dann im Speichel zu finden seien, wenn die Ausführungsgänge der Drüsen z. B. durch eingeführte Kanülen gereizt oder sonstwie „katarrhalisch affiziert“ seien. Wie es kommen konnte, dass Pflüger die in jedem gewöhnlichen Mundspeichel so reichlich vertretenen Zellen übersah, dafür habe ich bloss die eine Erklärung, dass er den gemischten Mundspeichel überhaupt nicht berücksichtigte, sondern nur den unter allen Vorsichtsmassregeln aus den freigelegten Drüsenausführungsgängen aufgefangenen, von dem er nachdrücklich betont, er sei „stets wasserklar und durchsichtig wie ein Tautropfen“. Erst wenn eine Kanüle in den Gang eingeschoben werde, komme eine stark getrübbte, an morphologischen Bestandteilen reiche Flüssigkeit zum Vorschein.

Ich bin deswegen etwas näher auf diese Pflügerschen Versuche eingegangen, weil sie uns beweisen, dass im normalen Mundspeichel die Speicheldrüsenkörperchen nicht aus den Drüsenausführungsgängen bzw. den Drüsen selbst stammen. Es wird ja selbstredend wie an anderen Organen auch ab und zu eine Epithelzelle solch eines Ganges vom Sekret mitgeführt werden können, aber erstens wird das unter normalen Verhältnissen nicht häufig vorkommen und zweitens wird eine solche Zelle sicher als Epithelzelle zu erkennen sein und nicht etwa rund oder oval werden. Es lassen sich ja auch im Harn etwaige Epithelzellen der Nieren oder der Harnwege sofort als solche erkennen und zeigen sich deutlich verschieden von allenfalls anwesenden Leukocyten.

Heute steht die Leukocytennatur der Speicheldrüsenkörperchen über allem Zweifel. In dem kleinen Taschenbuch von Seifert und Müller [20] z. B. ist bei Beschreibung der polynukleären Leukocyten direkt auf die Speicheldrüsenkörperchen als leicht zu untersuchende Vertreter dieser Form hingewiesen. Wir wissen heute, dass während des ganzen Lebens bei jedem normalen Individuum unablässig aus dem adenoiden Gewebe der Gaumenmandeln und der Zungenbalgdrüsen grosse Mengen von „Leukocyten“ durch die dicke Epitheldecke dieser Organe in die Mundhöhle „durchwandern“; und es ist klar, dass wir diese Zellen dann in entsprechender Menge im Speichel wiederfinden müssen. Das hat Ph. Stöhr nachgewiesen (1882). Was die Bezeichnung „Leukocyten“ anlangt,

so ist sie in diesem Fall im allgemeinsten Sinne zu verstehen. Stöhr hat sie gewählt, wie er später bemerkt (1884), „um nicht der Frage, ob diese Zellen aus dem Blut oder aus der Lymphe stammen, *vorzugreifen*“. Diese Frage hat er dann 1891 dahin entschieden und zwar in Übereinstimmung mit Gullands Resultaten (1896), dass die Leukocytenformen der Tonsillen und der anderen adenoiden Gewebe aus dem Blutgefäßsystem hervorgehen, so dass also der Name Leukocyten im weitesten Sinn wohlberechtigt ist. Ich bin jedoch der gleichen Ansicht wie Ribbert (1897), dass die Bezeichnung Lymphocyten oder „lymphoide Zellen“ — ein Ausdruck, den Stöhr selbst in einer seiner ersten Arbeiten (1882) angewandt hat — die richtigere ist. „Denn es handelt sich in der Hauptsache um Lymphocyten, wie Stöhr es ja in seinen Beschreibungen und Abbildungen sehr klar dargestellt hat.“ Es sind eben kleine, fast runde Zellen mit einem einfachen runden, stark tingiblen Kern und einer geringen Menge eines körnchenfreien Protoplasmas. Ich habe, um möglichsten Einblick in die Verhältnisse zu bekommen, selbst noch Schnitte durch die Tonsillen mehrerer Neugeborener angelegt und gefärbt. Die Präparate boten die gleichen typischen Bilder wie die Tonsillen Erwachsener, waren aber durch das Fehlen der Sekundärknötchen und der später so ausgedehnten Epithelverwüstungen weniger kompliziert, so dass die einzelnen Zellformen, auf die ich mein besonderes Augenmerk richten musste, klar hervortraten. Ich fand das ganze adenoide Gewebe ausnahmslos dicht angefüllt mit lauter Lymphocyten, so dass im gefärbten Präparat bloss ihre dunklen Kerne und die hellen der Retikulumzellen zu sehen waren; polynukleäre Leukocyten fanden sich ausschliesslich in den auffallend reichlichen Gefässen (deren Endothelkerne übrigens auch an meinen Präparaten so stark entwickelt waren, wie es v. Schumacher von denen der Lymphdrüsen beschreibt und mit der Durchlässigkeit dieser Gefässwände des adenoiden Gewebes für Zellen in Zusammenhang bringt). Auch unter den massenhaften Zellen, die eben auf der Durchwanderung durch die Epitheldecke begriffen waren, konnte ich trotz allen Suchens keinen einzigen polymorphkernigen Leukocyten sehen; die intensiv gefärbten Kerne der durchwandernden Zellen haben ja allerdings verschiedene Gestalt — birn-, strich-, kommaförmig, auch biskuitförmig

— je nach der Form der Epithellücken und -spalten, welche sie eben passieren. Nie aber bieten sie das Bild von polymorphen, lappigen Kernen, und vor allem: ihr Protoplasmakörper ist klein, kaum erkennbar. Sie ähneln durchaus Lymphocyten. Diese Befunde stimmen mit denen der früheren Beobachter überein — vornehmlich mit sämtlichen Abbildungen über Leukocytenwanderung durchs Tonsillenepithel, die ich bekommen konnte: in den Lehrbüchern von Böhm und Davidoff (1903), von Stöhr (1903), im Koellikerschen Handbuch (1902), in allen betreffenden Stöhrschen Publikationen (1884, 1891 und 1898), endlich in der Rüdigerschen Arbeit (1895) — überall sind bloss Lymphocyten als wandernde Elemente abgebildet.

Nun sind freilich auch Ausnahmen beschrieben, aber immer als Ausnahmen. So hat Stöhr (1884) Formen gefunden, die „ausschliesslich zwischen den Epithelzellen und auf der Oberfläche des Epithels gesehen werden: bald sind diese Kerne unregelmässig gewundene Stränge, die an verschiedenen Stellen Anschwellungen zeigen . . . , bald haben sie eine drei- und mehrlappige Gestalt. In anderen Fällen treten Bilder zutage, die dem üblichen direkten Kernteilungsschema viel näher kommen: Hufeisenformen, zwei- bis dreigeteilte Kerne Auffallend ist, dass solche Leukocyten so sehr häufig in Gruppen auftreten, gerade als ob ein von aussen wirkendes Agens diese Veränderungen mit einem Schlage erzeugt hätte.“ Auch Ribbert (1897) hat solche Formen gesehen, bezeichnet sie jedoch als sehr selten und unwesentlich. Umgekehrt Gulland (1896); ihm bedeuten diese Zellen sehr viel, er hat sie offenbar auch häufiger gefunden und hält sie mit Sicherheit für polymorphkernige Leukocyten: „The nuclei are polymorphous, and the cells absolutely indistinguishable from the oxyphile (= neutrophile) leukocytes of the blood.“ Stöhr, der sie erst für direkte Kernteilungs- oder Sprossungsbilder ansah, betrachtet sie später (1890) als absterbende oder abgestorbene Elemente. Eine sichere Beurteilung dieser Formen steht noch aus. Wie dem aber auch sei, das allein charakteristische Element bei der Durchwanderung durchs Epithel sind die mononukleären Lymphocyten.

Es ist allgemein üblich, den Durchtritt von Lymphocyten durchs Tonsillenepithel als „Wanderung bezw. Durchwanderung“ zu bezeichnen,

d. h. also den Lymphocyten eine durchaus aktive Rolle bei diesem Vorgang zuzuschreiben. Andererseits spricht die Mehrzahl der Autoren gerade den Lymphocyten jede oder wenigstens jede ausgedehntere Bewegungsfähigkeit ab. Ebner schreibt in Koellikers Handbuch von den Lymphocyten: „Die lebende Zelle zeigt bei längerer Beobachtung nur geringe Änderungen des Umrisses und entbehrt der amöboiden Beweglichkeit fast gänzlich“ — und Ehrlich und Lazarus (1898) gehen sogar so weit, den Lymphocyten auch die geringste Beweglichkeit abzusprechen, während Ribbert (1897) sie allerdings für etwas beweglich ansieht. In neuerer Zeit ist die amöboide Beweglichkeit der Lymphocyten dagegen nachgewiesen worden von Hirschfeld (1901), Almkvist (1902) und Rosin und Bibergeil (1902). Alle diese Autoren betonen aber eine gewisse Langsamkeit und Geringfügigkeit dieser Lokomotionen. Allem Anschein nach erachtete man diese Bewegungsfähigkeit entsprechend der geringen Menge an kontraktile Substanz so gering, dass sie kaum als der einzige bewegende Faktor beim Durchqueren der breiten Epithelschicht angenommen werden kann und man suchte nach weiteren Hilfsmitteln. Gulland sieht ein solches in der stetigen Exsudation, d. h. der fortwährenden Produktion von neuen Zellen inmitten des adenoiden Gewebes, wodurch die jeweils ältesten, dem Epithel zunächst liegenden durch dessen Spalten durchgepresst würden. Ob dieser Überdruck genügt, das Epithel zu sprengen? Der Blutdruck, der so oft im Körper die Rolle einer vis a tergo zu spielen hat, kann hier nicht beteiligt sein — sonst würden nicht bloss Lymphocyten, sondern alle morphologischen Elemente des Blutes auswandern —, obwohl der grosse Gefässreichtum des adenoiden Gewebes dazu verleiten könnte, ihm eine Bedeutung beizumessen.

Eine andere Kraft, auf die Rüdinger (1895) hingewiesen hat, ist die Muskelkontraktion. Die Tonsillen liegen so eingepasst in der dreieckigen Nische zwischen den vorderen und hinteren Gaumenbogen bzw. zwischen den muscoli glosso- und pharyngo palatini, dass sie bei jeder Kontraktion dieser Muskeln, d. h. bei jedem Schluckakt stark zusammengedrückt werden müssen. Dadurch könnten einmal die in den Buchten der epithelialen Spalten angesammelten Lymphocyten in die Mundhöhle vorgedrängt werden; andererseits wäre es vielleicht

auch denkbar, dass dadurch die im Maschenwerk des cytogenen Gewebes unter dem Epithel angesammelten Lymphocyten durch das Epithel bewegt würden, falls das letztere an dieser Stelle aufgelockert und teilweise zerstört erscheint.

Nach den allerneuesten Untersuchungen, die von Wolff und Torday publiziert wurden (1904) und ergeben haben, dass es bei bestimmten Tieren durch Injektion gewisser Substanzen gelingt, ganz aus Lymphocyten bestehende Exsudate zu erzeugen — und zwar in verhältnismässig kurzer Zeit, wäre man vielleicht doch berechtigt, den Lymphocyten beim Durchwandern des Epithels eine völlig aktive Rolle zuzuschreiben, wenn nicht Lazarus gegen diese Versuche den Einwand erhoben hätte, dass eine Zufuhr der Lymphocyten aus der Lymphbahn nicht ausgeschlossen werden könne. Das histologische Bild der wechselnden Formen der *Lymphocyten* im geschlossenen Epithel kann bei dem Vergleich derselben mit den bekannten Bildern wandernder *Leukocyten* zunächst nur im Sinne einer aktiven Ortsveränderung aufgefasst werden und dieser Punkt ist Lazarus, Ribbert u. d. a. gegenüber entschieden zu betonen.

Wir haben z. Z. noch das Recht, annehmen zu dürfen, dass die kleinen Lymphocyten der Tonsillen und der Zungenbalgdrüsen durch ihre eigene Kontraktilität und vielleicht unterstützt von Muskelkontraktionen der umgebenden Teile aus dem adenoiden Gewebe auswandern und durch das Epithel der Mundhöhlenschleimhaut in die Mundhöhle und damit in den Speichel gelangen.¹⁾

Dann stehen wir vor zwei schwer vereinbaren Tatsachen: jene Zellen, die im Speichel enthalten sind, entsprechen grösstenteils dem Typus der polymorphkernigen Leukocyten; diejenigen, die durchs Tonsillenepithel durchtreten, sind bis auf seltene verzerrte Formen ausnahmslos mononukleäre Lymphocyten; jene sind durchwegs granuliert, diese homogen. Trotzdem müssen diese beiden Zellformen aber in einem sehr engen Zusammenhang stehen; denn einerseits kennen

¹⁾ Übrigens nehme ich nicht an, dass *sämtliche* Lymphzellen dieser adenoiden Organe auf solche Weise in das Darmlumen gelangen, sondern ich glaube, dass die Mehrzahl derselben in die Lymphbahnen oder auch direkt in die Blutbahn (v. Schumacher [19]) einwandert und hier weitergeführt wird.

wir bis heute trotz der genauen histologischen Durchforschung der Mund-, Nasen- und Rachenhöhle und ihrer Schleimhaut keine Stelle, an der normalerweise polymorphkernige Leukocyten in grossen Mengen durchwandern; andererseits müssen wir aber verlangen, die die Tonsillen und Balgdrüsen durchwandernden Zellen in irgend einer Form im Speichel wieder zu finden. Allerdings kann der Einwand, dass eben doch von irgend einer uns noch unbekannten Stelle aus wirkliche Leukocyten in den Speichel übergehen, nicht entkräftet werden und wir dürfen also nicht alle Speicheldrüsen ohne weiteres als identisch mit den Lymphocyten der Tonsillen ansehen. Aber es muss klar ausgesprochen werden, dass die Zahl der im Speichel vorhandenen Speicheldrüsen durch die Zahl der vielleicht an einzelnen Stellen normalerweise durchtretenden *Leukocyten* in die Mundhöhle nicht gedeckt werden kann. Zur Klärung der Frage spricht aber folgender Umstand mit: ich habe schon bei Besprechung der Speicheldrüsen darauf hingewiesen, dass man im Speichel Übergangsformen von den kleinen lymphzellenähnlichen Gebilden in die grossen leukocytenartigen vielfach beobachten kann; beweiskräftiger — das Nebeneinander im Speichel ist ja durchaus kein strikter Beweis für das Nacheinander der Entwicklung — sind jedenfalls Gullands [6] Beobachtungen an Tonsillenschnitten. Er fand im adenoiden Gewebe und in den angrenzenden innersten Epithelschichten konstant die kleinen, protoplasmaarmen und ungranulierten Lymphocyten; weiter nach aussen nahmen die Kerne immer vielgestaltigere Formen an und an der äusseren Oberfläche des Epithels zeigten sie sich viellappig wie die Kerne der Leukocyten, der Protoplasmaleib war gewachsen und hatte sich mit neutrophilen Granulis angefüllt. Auf Gullands naheliegende Folgerung, dass sich also die polymorphkernigen Leukocyten aus Lymphocyten zu entwickeln vermöchten, will ich hier nicht eingehen; es genügt festgestellt zu haben, dass *der Übergang von den Lymphzellen der Tonsillen zu polymorphkernigen Speicheldrüsen beobachtet und beschrieben ist*. Es spricht für diesen Formwechsel auch eine einfache Beobachtung: im Speichel, den man rasch nach gründlicher Reinigung und Spülung der Mundhöhle entnimmt, überwiegen an Zahl weitaus die kleineren, Lymphzellen ähnlichen Formen der Speicheldrüsen, während

in später entnommenem vor allem die grossen und grössten Formen zu finden sind, die kleinen dagegen zurücktreten — jedenfalls deshalb, weil die Mehrzahl der kleinen nun Zeit gehabt hat, sich in die grösseren zu verwandeln.

Nun stehen wir vor der Alternative: ist dieser Umwandlungsprozess als Zeichen einer aufsteigenden oder einer zum Zelltod führenden Entwicklung aufzufassen? Mit anderen Worten: Entwickeln sich die Lymphocyten der Tonsillen und der Balgdrüsen beim Zusammentreffen mit dem Speichel zu echten polynukleären Leukocyten oder sind alle Veränderungen — die Vermehrung der Zellsubstanz, die Teilung des Kerns, die Granulabildung — nur Zeichen des Absterbens, des Todes? Dass der Speichel Veränderungen nach der einen oder anderen Richtung hervorzubringen imstande wäre, ist wohl anzunehmen. Er bietet mit seinem bedeutenden Wassergehalt, seinem relativen Reichtum an Kalisalzen und seiner täglich periodisch schwankenden sauren bis basischen Reaktion (Kraus 1902) so veränderte Lebensbedingungen für die Zellen dar, dass man an ihnen wohl auch mehr oder weniger veränderte Lebenserscheinungen erwarten darf. Und wir müssen diesem durchaus nicht indifferenten (wohl hypotonischen) Medium ohne Zweifel nicht nur die Veränderungen an den Speichelkörperchen selbst zuschreiben, sondern auch diejenigen an den „durchwandernden“ Zellen, die ja in dem durchlöcherten und zerfetzten Epithel der Tonsillen Erwachsener sicherlich schon während ihres Durchtritts mit dem Speichel in Berührung kommen. So erklärt es sich auch, dass ich an den von mir untersuchten Tonsillen von Neugeborenen mit ihrer intakten Epitheldecke nirgends die von Stöhr und Gulland beschriebenen Kernformen gefunden habe. Der Speichel ist also „das von aussen wirkende Agens“ Stöhrs, das die atypischen Formen hervorbringt.

Die Frage, ob die grösseren Speichelkörperchen wahre polynukleäre Leukocyten sind, führt auf ein sehr heikles Gebiet; denn im ganzen Bereich der Hämatologie existiert kaum eine Streitfrage von so grundlegender Bedeutung als die, ob Lymphocyten in Leukocyten übergehen können, d. h. ob beide bloss verschiedene Entwicklungsstadien einer einzigen Grundform darstellen oder ob sie durchaus getrennte Formen sind.

Rein morphologisch betrachtet haben die grösseren Formen der Speicheldrüsenzellen — und nur um diese handelt es sich jetzt — eine so täuschende Ähnlichkeit mit den polymorphkernigen Leukocyten, dass sie allgemein als solche angesehen werden. Setzt man zu einem Tropfen Blut etwas Wasser zu, so „werden die Leukocyten kugelig, sie stellen ihre amöboiden Bewegungen ein, während in der durchsichtiger gewordenen, nun auch den Kern zeigenden, etwas gequollenen Zelle die Körnchen tanzende Bewegungen ausführen. Solchen durch Wasserwirkung veränderten Leukocyten gleichen die im Speichel als Speicheldrüsenkörperchen bekannten Gebilde“ — Ebner in Koellikers Handbuch [9]. Fast ebenso beschreibt Uhlmann [28] den Einfluss von Wasserdämpfen auf Froschblut. Interessant ist seine Bemerkung, dass sich dabei im Innern der zu Kugeln angeschwollenen weissen Blutkörperchen deutlich drei bis vier Kerne zeigten. Ausser der rein äusserlichen Ähnlichkeit spricht vielleicht noch ein weiterer Umstand für die Identität unserer Speicheldrüsenzellen mit den polynukleären Leukocyten: der gewöhnliche Mundspeichel gibt auf Zusatz von Guajak tinktur eine sehr deutliche Blaufärbung; nun hat E. Meyer [12] nachgewiesen, dass diese Bläuung der Tinktur *ohne* Gegenwart von Superoxyden einem durch Wasser — also auch durch Speichel — auslaugbaren Ferment zukommt, das sich nach seinen Untersuchungen nur in den neutrophilen Leukocyten findet, niemals jedoch in den Lymphocyten. Allerdings ist keineswegs nachgewiesen, dass dies Ferment gerade aus den Speicheldrüsenkörperchen stammt. Schwerer dürfte jedenfalls die Tatsache ins Gewicht fallen, dass die Zellen des Speichels nicht mehr die Farbreaktionen der gewöhnlichen Lymphocyten geben. Es ist nach Michaelis und Wolff [14] überhaupt sehr schwer, wenn nicht unmöglich, die Lymphzellen hämatologisch sicher als solche zu erkennen. Als die beiden Hauptkriterien für die Lymphocytennatur gelten die Basophilie des Lymphocytenprotoplasmas und die Rotfärbung des Protoplasmas bei Anwendung von Methylgrün-Pyronin, einer von Rosin und Bibergeil empfohlenen Kombination [17]. Diese beiden Methoden versagen bei den Speicheldrüsenkörperchen vollständig; nur in wenigen Fällen färbte sich einmal ein Zellleib der kleinsten Form etwas stärker mit Methylenblau an; Rotfärbung fand ich nie. Das Protoplasma der Speicheldrüsenkörperchen

scheint eben schon so verändert zu sein, dass es diese Reaktionen normaler Lymphocyten nicht mehr hervorbringen kann.

Jedenfalls wissen wir von denjenigen Speicheldrüsenkörperchen, die aus den adenoiden Organen stammen, aus ihrem Entwicklungsgang, dass sie Lymphocyten sind, einigen wenigen können wir's auch ansehen. Und wir fanden, dass diese im Speichel sich umwandeln in Formen, die uns als polymorphkernige Leukocyten imponieren. Dass die letzteren aber auch tatsächlich Leukocyten sind, kann man nicht mit Sicherheit behaupten; manches spricht dafür und manche früheren Autoren — freilich nur Histologen, denen die scharfe Trennung beider Gruppen auf Grund von unzuverlässigen Merkmalen nicht so am Herzen lag wie Ehrlich und der klinischen Schule — standen nicht an, hier den Beweis für den Übergang von Lymphocyten in Leukocyten als geliefert zu betrachten: ich weise hier bloss auf Gulland und seine schon erwähnten Befunde hin. Dieser Beweis ist aber darum keineswegs zwingend, weil der Einwand nicht zurückgewiesen werden kann, dass die Speicheldrüsenkörperchen samt und sonders in Degeneration begriffen, ja vielleicht schon abgestorben sind.

Sind denn die Speicheldrüsenkörperchen lebende oder sterbende oder tote Zellen? Ich habe vergebens nach Bewegungserscheinungen an ihnen gesucht, den sichersten Zeichen des lebenden Protoplasmas. Indes berichten z. B. Pflüger [27] und J. Munk (in Eulenburgs Realenzyklopädie [5]), dass die Speicheldrüsenkörperchen „zum Teil“ amöboid beweglich seien. Zur Probe der Bewegungsfähigkeit griff ich zum Experiment und wählte die von J. Arnold (1887) geübte Methode mit Hollundermarkstückchen. Ich nahm möglichst dünne, vorher ausgekochte und ausgetrocknete Stückchen von Hollundermark in den Mund und liess sie auf der Zunge so ruhig, als es ging, in steter Berührung mit dem Speichel liegen. Nach zwei, drei und vier Stunden wurden Stückchen herausgenommen, vorsichtig in Wasser getaucht, um aussen aufliegende Zellen jeder Art zu entfernen, und dann mit dem Rasiermesser geschnitten. Niemals gelang es mir, Speicheldrüsenkörperchen im Innern der Maschenräume des Markes nachzuweisen, auch nicht in den alleräussersten Schichten desselben.

Nur eine einzige Art von Bewegungserscheinungen ist an allen

Speicheldrüsenzellen fast stets zu sehen, die Molekularbewegung der kleinen Körnchen im Zellleib. Diese Bewegung spricht aber durchaus nicht für das Leben der Zellen, in denen sie stattfindet, sondern nach den jetzigen Anschauungen eher für ihren Tod. Es findet sich zwar noch in der 10. Auflage von Landois Lehrbuch der Physiologie [11] die Bemerkung, dass die Speicheldrüsenkörperchen „als Lebenserscheinung die sog. Molekularbewegung zeigen . . ., die mit dem Absterben der Zellen erlischt.“ Man scheint aber jetzt allgemein anderer Ansicht zu sein, indem man die Brownsche Molekularbewegung als „eine rein passive Bewegung auffasst, die hervorgebracht wird durch die fortwährenden kleinen Stösse, welche die anprallenden Flüssigkeitsteilchen auf die kleinen Körnchen ausüben. Einen treffenden Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung liefert die Tatsache, dass die Molekularbewegung mit zunehmender Temperatur der Flüssigkeit an Intensität gewinnt“ (Verworn [29]). Dementsprechend sehen wir an den Speicheldrüsenkörperchen die Bewegung dann abnehmen und erlöschen, wenn der Speichel auf dem Objektträger erkaltet. So spricht speziell bei den Speicheldrüsenkörperchen die Molekularbewegung nicht für ihre Lebendigkeit.

Ausser den Bewegungserscheinungen hat man neuerdings als Ausdruck des Zellenlebens das Fehlen jeder Affinität des Kerns zu Farbstoffen angesprochen, da man noch keinen Fall kennt, wo sich ein unzweifelhaft lebender Kern hätte färben lassen — Michaelis (1902). Es zeigt sich nun bei den Speicheldrüsenkörperchen die schon früher erwähnte eigentümliche Erscheinung, dass sich die Kerne der grössten Formen bei Zusatz von basischen Farbstoffen gar nicht oder kaum merklich tingieren, während die aller übrigen Formen eine sehr starke Färbung annehmen. Gerade die grossen Zellen sind aber das Endglied der Formenreihe, die der in den Speichel gelangende Lymphocyt durchläuft; sie sind jedenfalls älter und schon länger mit dem Speichel in Berührung als die kleineren Formen. Wenn also im Speichel noch lebende Zellen vorhanden sind, so müssen sie unter den kleineren Formen gesucht werden, und diese müssten dann nach der Theorie von der vitalen Unfärbbarkeit des Zellkerns farblose Kerne aufweisen. Dies ist aber nicht der Fall, sondern gerade die letzteren Kerne färben sich stark mit den gewöhnlichen Kernfarbstoffen. Die Unfärbbarkeit der

in Frage stehenden Kerne darf uns also nicht als Ausdruck ihres Lebens gelten, sondern wir haben sie anzusehen als Zeichen der vorgeschrittenen Degeneration, wie sie Gumprecht unter dem Namen der Hypochromatose beschreibt (1896): „Das Kerngerüst wird mehr und mehr homogen . . ., während das Verschwinden des Chromatins unaufhaltsam fortschreitet. Die Kerne sehen also lange Zeit ziemlich normal aus, nur blass und verwaschen strukturiert . . . Zu diesem Typus gehört die Degeneration der mononukleären Lymphocyten.“ Da ausserdem Rosin und Bibergeil [17] nachgewiesen haben, dass sich „der lebende Leukocyt (hier auch = Lymphocyt) anfangs mit Methylenblau nicht färbt, sondern erst, wenn mehr oder minder deutliche Erscheinungen des Absterbens vorhergegangen sind“, so können wir auch die übrigen Speicheldrüsenkörperchen als schon im Absterben begriffen ansehen.

Nach diesen Ausführungen dürfen wir annehmen, dass die Lymphocyten im Speichel einem sofort einsetzenden (Speicheldrüsenkörperchen im Tonsillenepithel) und allmählich weiterschreitenden Degenerationsprozess anheimfallen.

Dieser Degenerationsprozess aber stellt den hauptsächlichsten Einwand dar, der gegen die Auffassung der grossen Speicheldrüsenkörperchen als polymorphkernige Leukocyten angeführt werden kann. Denn man kann nun alle Veränderungen, welche die Ähnlichkeit mit diesen bedingen, als Degenerationszeichen hinstellen. So erklärt sich die Vergrösserung des Zellleibes jedenfalls zu einem bedeutenden Teil als einfacher Quellungsvorgang in dem wasserreichen Speichel; die Teilungs- oder Knospungserscheinungen am Kern lassen sich als eine Form der Karyorrhexis bezeichnen, besonders wenn man sich der erwähnten Versuche Uhlmanns (1896) erinnert, der nach Wasserzufuhr zu Froschblut in den normalerweise einkernigen Leukocyten drei bis vier Kerne fand. Was schliesslich die Granulabildung anlangt, so ist sie nach Verworn (1904) als Nekroseerscheinung in vorher ganz körnchenfreien Protoplasmamassen häufig anzutreffen und unter dem Namen des „körnigen Zerfalls“ bekannt. Ob und wie weit diese Einwände stichhaltig sind, mag dahingestellt bleiben; jedenfalls wird es kaum gelingen, sie zu widerlegen und den sicheren Nachweis zu erbringen, dass die grossen Formen der Speicheldrüsenkörperchen echte polymorphkernige Leukocyten sind.

Um zu sehen, wie sich das Experiment zu diesem Ergebnis stellt, brachte ich Speichel in der feuchten Kammer in den Thermostaten und setzte ihn hier einer Temperatur von 35—36° C. aus, die der so wechselnden der Mundhöhle am nächsten kommen dürfte. Ich erwartete, offen gestanden, dass nach einiger Zeit, vielleicht ein paar Stunden, fast nur die ganz grossen Formen der Speicheldrüsenkörperchen vorhanden sein würden auf Kosten der kleineren Elemente, ähnlich wie ja auch in der Mundhöhle nach tüchtigem Ausspülen zuerst die kleinen Formen, nach einiger Zeit aber die grossen in der Mehrzahl sind. Zu meiner Überraschung fand ich aber, dass in einem Speichel, der gleich nach der Entnahme aus dem Munde eine grosse Menge von solchen Endformen der Speicheldrüsenkörperchenreihe enthalten hatte, schon nach zwanzig Minuten keine einzige dieser grossen Formen mehr zu finden war, während die kleineren in Form und Zahl unverändert blieben. Erst von der zwölften Stunde an begannen auch sie zu verschwinden, ohne aber dabei den Typus der grossen Elemente anzunehmen, sondern indem sie ihren pyknotisch veränderten Kern ausstiessen und zerfielen. Offenbar erfüllen feuchte Kammer und Brutofen doch nicht ganz die Bedingungen, unter welchen sich in der Mundhöhle die kleinen Speicheldrüsenkörperchen in die grossen verwandeln können. Diese Bedingungen waren sogar so wenig erfüllt, dass bestimmte Zellformen zugrunde gehen mussten, Zellformen, die jedenfalls weniger widerstandsfähig waren als die anderen, die zu schwach, die degeneriert waren — und das waren die grossen leukocytenähnlichen Elemente.

So spricht auch diese Beobachtung dafür, dass die Speicheldrüsenkörperchen einem Degenerationsprozess zum Opfer fallen und dass gerade die Formen, die sich durch täuschende Ähnlichkeit mit den polymorphkernigen, neutrophilen Leukocyten des Blutes auszeichnen, die degeneriertesten und geschwächtesten sind.

Die ganze vorliegende Untersuchung hat also, kurz zusammengefasst, folgendes ergeben:

Die Speicheldrüsenkörperchen stammen, soviel bis jetzt bekannt ist, aus dem adenoiden Gewebe der Tonsillen und der Zungenbalgdrüsen. Aus diesen Organen wandern sie als kleine, einkernige *Lymphocyten* aktiv aus und gelangen durchs Epithel der Mundhöhle in den Speichel.

Sobald sie mit diesem in Berührung kommen, beginnen sie sich zu verändern, ihr Protoplasma quillt langsam auf und füllt sich mit kleinen Körnern an, welche denen der neutrophilen Leukocyten zu entsprechen scheinen; ihr bisher einfacher Kern zerfällt in zwei oder mehr kugelförmige Kerne, so dass schliesslich eine Zellform resultiert, welche einem gewöhnlichen polymorphkernigen Leukocyten sehr gleicht und bisher auch als solcher betrachtet wurde.

Dass auch echte polymorphkernige neutrophile Leukocyten in den Speichel übergehen, kann nicht ausgeschlossen werden. Sicher ist aber, dass die aus den adenoiden Organen stammenden Lymphocyten sich als Speicheldrüsenkörperchen zu leukocytenartigen Formen umbilden — ein Prozess, der auf einer durch den Speichel veranlassten Degeneration beruht. Sicher ist auch, dass z. Z. keine histologische Beobachtung zur Annahme berechtigt, dass die grosse Zahl der Speicheldrüsenkörperchen in der Mundhöhle ausschliesslich aus eingewanderten neutrophilen Leukocyten hervorgehe.

Der Zweck dieser Arbeit war vor allem, die jetzige Sachlage klarzustellen und damit die Grundlage für folgende experimentelle Untersuchungen zu gewinnen, welche zur befriedigenden Lösung dieser Frage unentbehrlich erscheinen.

Herrn Professor Dr. Mollier spreche ich für die Zuweisung des Themas und für die freundliche Unterstützung bei der Ausarbeitung desselben meinen ergebenen Dank aus.

Literatur.

1. Almkvist, J., Über die Emigrationsfähigkeit der Lymphocyten. Virch. Archiv. Bd. 169. 1902.
2. Arnold, J., Über Teilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressiven und regressiven Metamorphosen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 30. 1887.
3. Böhm und v. Davidoff, Lehrbuch der Histologie. 1903.
4. Ehrlich-Lazarus, Die Anämie. In Nothnagels spezieller Pathol. u. Therapie. 8. Bd. 1. Teil. 1898.
5. Eulenburgs Realencyklopädie. 1899.
6. Gulland, G. L., On the Granular Leukocytes. The Journal of Physiologie. Vol. XIX. 1896.
7. Gumprecht, Leukocytenzerfall im Blut bei Leukämie. Deutsch. Archiv f. klinische Medizin. 1896.
8. Hirschfeld, H., Sind die Lymphocyten amöboider Bewegung fähig? 1901.
9. Koelliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1902.
10. Kraus, F., Die Erkrankungen der Mundhöhle. In Nothnagels spezieller Pathol. u. Therapie. 10. Bd. 1. Teil. 1902.
11. Landois, L., Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1900.
12. Meyer, E., Beiträge zur Leukocytenfrage. Münchn. med. Wochenschr. Nr. 35. 1903.
13. Michaelis, L., Einführung in die Farbstoffchemie für Histologen. 1902.
14. Michaelis, L. und Wolff, A., Die Lymphocyten. Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 38. 1901.
15. —, Über Granula in Lymphocyten. Virch. Archiv. Bd. 167. 1902.
16. Ribbert, Beiträge zur Entzündung. Virch. Archiv. Bd. 150. 1897.
17. Rosin und Bibergeil, Ergebnisse vitaler Blutfärbung. Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 3 u. 4. 1902.
18. Rüdinger, N., Über Leukocytenwanderung in den Schleimhäuten des Darmkanals. Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der k. bayr. Akademie der Wissensch. Bd. 25. 1895.
19. v. Schumacher, Über Phagocytose und die Abfuhrwege der Leukocyten in den Lymphdrüsen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 54. 1899.
20. Seifert-Müller, Taschenbuch der medizinisch-klinischen Diagnostik. 1904.
21. Stöhr, P., Lehrbuch der Histologie. 1903.
22. —, Zur Physiologie der Tonsillen. Biolog. Centralblatt. 1882.
23. —, Über Mandeln und Balgdrüsen. Virch. Archiv. Bd. 97. 1884.
24. —, Die Mandeln und ihre Entwicklung. Correspondenzblatt f. Schweizer Ärzte. Jahrgang 20. 1890.

25. —, Die Entwicklung des adenoiden Gewebes, der Zungenbälge und der Mandeln des Menschen. Festschr. zur Feier des 50jährigen Doktorjubiläums der Professoren Nägeli und Koelliker. 1891.
 26. —, Über die Entwicklung der Darmlymphknötchen und die Rückbildung der Darmdrüsen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 51. 1898.
 27. Stricker, S., Handbuch der Lehre von den Geweben. 1871.
 28. Uhlmann, A., Über die morphologische Wirkung einiger Stoffe auf weisse Blutkörperchen. Beiträge zur pathol Anat. u. zur allgem. Pathol. Bd. 19. 1896.
 29. Verworn, M., Allgemeine Physiologie. 1904.
 30. Wolff, A. und v. Torday, A., Über die experimentelle Erzeugung von Lymphocytenexsudaten. Berliner klin. Wochenschr. Nr. 49. 1904.
-

Cytological studies on the spinning glands of *Platyphylax designatus* Walker (Phryganid).

By

Wm. S. Marshall and C. T. Vorhies.

(Plate XX, XXI.)

The following work on the spinning glands of the larva of *Platyphylax designatus* was undertaken with two quite different studies in view; first, the anatomy of the glands and the shape and structure of the peculiar nuclei they contain, and, second, an endeavor to ascertain how the cells and their nuclei are affected by use. The cells in the spinning glands of the Phryganeidae form, as in the Lepidoptera, an exceedingly interesting subject for study; the ease with which the cells and their peculiarly branching nuclei can be shown make them a desirable object for cytological work. A review of the literature on the subject convinced us that a further study of these structures would be profitable; a comparison of what we found in *Platyphylax* with the figures given by different observers of the nuclei from the same glands in other insects, showed us that they were either in part diagrammatic or differed in several respects from what we found in the Phryganid we studied. Most of the work already done has been upon the spinning glands of the Lepidoptera; the similarity of the corresponding structures in the caddis-flies makes it seem probable that a careful investigation of the glands in this group of insects, which are here less complex, will throw light on those of the Lepidoptera.

The second part of the work includes a minute study of the cell and its nucleus from a normal gland (meaning by normal a gland

which had not been active for some time), and a comparison of this with the same parts in glands taken from larvae that had, during several days, been rebuilding their cases, thus keeping their spinning glands active. The ease with which the larva of *Platyphylax* can be induced to repair old or to construct new cases¹⁾ makes it possible to obtain glands which have been active for certain definite periods.

In working out this part of the study two methods were adopted, one of which, provisional only, was used to ascertain if further work was desirable; after this was determined, these first results were then used in comparison with the others which we obtained by a second method. In this first method two larvae were taken, and, the case being removed from one of them, they were placed in the same aquarium. The exposed larva would begin the construction of a new case which we each day removed, thus forcing it to use its spinning glands continuously for certain definite periods. We were in this way enabled to procure active glands, the length of whose activity we knew, and compare them with the glands from another larva which had not been active, but otherwise under exactly similar conditions. From a study and comparison of such glands it was seen that cytological changes had taken place during both short and long periods of activity and also that these changes were not restricted to either cytoplasm, or nucleus but occurred in both.

This preliminary examination showed us that a more detailed and regular investigation was desirable and for this we adopted a second method. This was to prepare a set of glands, each representing a different period of activity, at intervals of twenty-four hours; maximum length of activity two hundred and forty hours. Another and similar set was prepared and used to compare with the first. In all of these twenty-four hour periods we counted from the time the larva was removed from its case and placed in an aquarium; this was not always accurate, as larvae often remained for two or three hours before beginning the construction of their new cases. Finding that after twenty-four hours of activity marked changes had already taken place, we

¹⁾ For an account of this repair and rebuilding see paper by us in the Biological Bulletin. 1905.

prepared some glands which had been active for shorter periods. With these we were exact, waiting, in each instance, until the larva had actually begun the construction of its case before timing it. All larvae which were active longer than twenty-four hours had the new case removed each day, thus, as far as possible, insuring continuous activity.

The glands which we used for our study by the first method we have just described, were placed in the hardening fluid at very nearly the same time, so that, at most, only one or two minutes would elapse before both were in the same bottle of fluid. Whenever we transferred the glands, either *in toto* or after sectioning, from one fluid to another they were removed from and placed in the fluids with but a few seconds intervening. We thus had glands taken from two larvae, which, excepting that one built new cases and the other did not, had lived under similar conditions; these glands throughout the process of hardening *in toto* and staining as sections, were always in similar solutions for nearly equal lengths of time.

Different solutions were used for fixation; Flemming, hot water followed by sublimate, two different sublimate-acetic acid solutions, and a saturated solution of sublimate in water. The stains we used were iron-haematoxylin followed by Bordeaux red or Orange G, acid fuchsin and methylen-green, and Flemming's triple stain. Our best results were obtained with Flemming's fixative followed by his triple stain, and this combination was used more than any other. Both strong Flemming and a dilution of it with one-half water were used.

The spinning glands in *Platyphylax*, two in number, are about one and one-half times the length of the body of the larva; they are folded three times, as described by Gilson [4], and lie laterad and slightly ventrad to the intestine. Each is divided into two portions, an anterior, conducting portion, lying within the head, and a posterior, secreting portion, which makes up by far the larger portion of the gland. The two parts are slightly enlarged near the uniting ends and there is a well marked constriction at the exact point of union, which is at the posterior end of the head. The glandular portion is narrowest near either end and widest in the long median part. The two

anterior portions unite at the base of the labium in a common duct, which leads through the press (fully described by Gilson [3, 4]) and opens at the tip of the labium. The cells of the conducting portion are numerous in the circumference of the gland, and each possesses a small slightly elongated nucleus; these cells, at the constriction we have mentioned, change abruptly into the larger ones with the branched nuclei which are so characteristic of the spinning glands of Lepidopterous and Phryganid larvae.

The cells of the glandular portion are best studied in a surface view by splitting, with a fine scalpel, the gland along one side, then laying it open and flattening it; this is best done after fixation. By this method we were rid of two of the objectionable features which hinder a study of the gland without splitting. The two difficulties to be overcome are the curved surface and the secretion, which, filling the lumen of the gland and staining very darkly, obscures the view of the nuclei. The splitting should be done after a short immersion in weak alcohol, when the gland will be flexible and not difficult to handle. Our best results were obtained with Delafield's haematoxylin, after a long exposure and the removal of the stain from the cytoplasm with acid alcohol. A counter stain was found undesirable, it obscuring, rather than differentiating, the nuclei, owing to the thickness of the cytoplasm.

The cells, a single layer of which forms the wall of the gland, are seen to be large (that represented in Fig. 5, one of the largest, measuring 0.47×0.3 mm), only two appearing in a transverse section. Meckel [15] claims to have found five forming the circumference of the gland in *Colias brassicae*. Each cell is typically the shape of a flattened hexagon, the long axis of which lies in the circumference of the gland. A surface view shows the cytoplasm to be of an even, granular structure.

At the anterior end of the secreting portion the calls are relatively very small and the nuclei, correspondingly simple (Fig. 1, a, b), show but a slight indication of branching. As these nuclei do not completely fill the length of the cells, they give, when the gland is so turned as to look down on their ends, an appearance as of two rows

of small spherical or oblong nuclei on either side of the gland, with a clear space between, in which lies the lumen. Helm [6] and Carnoy [1] have figured nuclei of a similar appearance from the young stages of Lepidopterous glands. The difficulty of splitting this slender anterior portion of the gland makes a complete series of nuclei from this part hard to obtain, but a study of whole mounts shows that the complexity of the nuclei changes, as we pass toward the glandular part, more rapidly than does the size of the cells. The next stage figured (Fig. 8) is taken from a point some distance back of the anterior end. It will be noticed that, while in one or two places the branches of this and other nuclei lie very close together, they do not join, but a space can be readily determined between them. The figures given by Helm [6] and Carnoy [1] show, even in some very simple nuclei, the branches anastomosing to form a network with enclosed areas of cytoplasm. In *Platyphylax designatus* the nuclei afford negative rather than positive evidence of anastomoses between the branches, all such apparent unions having been carefully studied for the purpose of determining whether actual confluence was present. In this last figure may be seen an example of the tendency, which many nuclei have, to be drawn out, at some points, into slender threads.

Figure 2 shows the nucleus of a cell which, from its size, might come from either end of the gland, both these parts being smaller than the central portion. This nucleus may be said to have a common center with three radiating branches, each of which again divides into two portions. This radial arrangement of the nucleus is also noticeable in Figs. 4 and 5, but in these two figures the center of branching will be seen to be excentric and we have found that such a nucleus is of a special type and not common in *Platyphylax*. Some authors, however, show the nuclei with a distinct center on which the branches are radially disposed. Henneguy [7].

A more complex nucleus, which does not, however, occupy a large amount of space within the cell, is next shown (Fig. 4). A fairly distinct center with radiating branches may be seen at one end of the cell. A portion of this nucleus appears at first to be separated from the rest (Fig. 4, a), but a close examination shows it to be attached by

a long thread-like portion. This and the preceding figures illustrate a type of cell in which the nucleus occupies a somewhat smaller amount of space than do the following ones, the branches being more widely separated. We do not wish it understood however, that nuclei of this type must have a position anterior or posterior to that part of the gland which is widest. On the contrary, very complex nuclei which seem to fill a much larger amount of space, relatively, may be found alternating with less complex ones in which cytoplasmic areas predominate.

In many cells the nucleus appears quite similar in all its parts; in others, however, two quite different portions may be noticed, each of which is limited to one definite area of the cell, although they gradually pass, in the central portion of the nucleus, into each other. Nuclei of the latter type are shown in Figs. 5 and 6. In these a portion, consisting of broad branches, may be distinguished from another part in which all the ramifications are more slender and show more pronounced differences in width.

Figure 6 shows a nucleus, part of which is very similar in structure to those described and figured by Gilson [4] for Phryganids. He has described the nuclei as being segmented, with the segments drawn out into long threads and entirely separated from the main portion. A careful study of the apparently segmented part of this nucleus (Fig. 7) shows that the seemingly detached pieces are always connected to the main part of the nucleus. It is also reasonably certain that no anastomoses occur, although the attenuated branches may overlap in a complicated manner. This interesting portion of the nucleus we have represented in greater detail (Fig. 7). In a number of nuclei we found points where it was difficult or impossible to ascertain that anastomoses did not occur. Having in so many nuclei found the opposite to be true (the more careful the study with a high power of the microscope the fewer the anastomoses become), we feel justified in asserting that branches seldom or never connect. The great thickness of the cytoplasm covering the nuclei and the difficulty of getting perfect stains make an absolute determination in many instances very difficult.

Figure 3 shows a cell with another interesting type of nucleus. In it the nucleus occupies a very large proportion of the cell and shows a peculiar, evenly convoluted appearance. Three apparent anastomoses are shown (Fig. 3, a), but a careful study of the outline of the nuclear membrane, on which also a careful focussing is necessary, convinces us that these are, as represented in the drawing, due only to the overlapping of the branches.

Referring again to figure 7, we give a more detailed account, taking into consideration the nuclear contents as seen from a surface view. Carnoy [1] figures, from Lepidopterous larvae, three types of nucleus, dependant on age; a young type, an adult type, and an old type. These he shows to differ from each other not only in form, but also in contents, more particularly the „nucléine“. His first type, the young nucleus, has a simple, unbranched structure, similar to the nuclei in the small cells at the anterior end of the secretory part of the gland, of *Platyphylax* (Fig. 1). He refrains however, from mentioning the „nucléine“ in this type, and he does not in his figure differentiate it clearly. In his adult type, both branching and anastomoses are present, and the „nucléine“ he holds is present in the form of long, slender, interwoven threads. His third, or old type shows segmentation, both of nucleus and nuclein, the latter now forming distinct pieces of irregular shapes and sizes, which are undoubtedly the same structures which we shall call nucleoles. An examination of our figure [7] shows the nucleus to be broken up into pieces very similar to those Carnoy [1] figures as his old type. It may be seen that, at first view, such a portion of nucleus might give the impression of a segmented or multi-nucleate condition. A complete nucleus showing such a structure as the part we represent in our figure [7] we have never seen in *Platyphylax*; if such occurred it might easily give the appearance of being segmented within any or all parts of the cell. We have however, shown in this figure the typical appearance of the nucleoles as found in all of our preparations, whether of large or small cells, and certainly in the simpler nuclei, which — except for lack of anastomoses — conform to his second type, we find nothing giving the appearance of continuous, smooth, slender threads of nuclein. The

nucleolar material in our preparations is in general evenly distributed and we find no areas, of any considerable size, from which it is absent (Korschelt [10]).

Comparison of normal with active glands. — Brown sand covers the bottom of the springs in which the larvae of *Platyphylax* live, which, if used in our aquaria, made it impossible to determine if new material had been added to the cases. We therefore placed in the aquaria crushed red sand-stone; this the larvae used in building their cases and the contrast in color enabled us to determine at once if work had been done.

We describe as normal those spinning glands taken from larvae which had not for several days been making use of them. The larvae from which these normal glands were taken were always those which we had kept in our aquaria and therefore were not normal in one respect, i. e., they did not come directly from their natural habitat. We were sure that the larvae we took as normal had not for several days added any new sand grains to their cases, but, as to the use of the spinning glands for other purposes, if any, we could not say. An examination of the glands taken from several of these normal larvae showed but very slight differences, and, after an examination of all the sections, one was selected as a type of the gland. As a matter of fact any one of the series of sections might have been selected, all being very similar and yet showing a difference from the glands which had been active for even a few hours.

The work on the minute structure of the spinning glands of insects has been mostly done on the larvae of the Lepidoptera, and it all shows a great similarity to what we have found in the Phryganidae. In general the appearance of two deeply staining portions within the nucleus has been noticed; Korschelt [10] called these the macrosomes and microsomes and held that one always stained lighter than the other. Meves [16] claimed that the macrosomes are the nucleoles (Pyrenin) and the microsomes the chromatin or nuclein of the cell. According to Korschelt [10] the macrosomes appear as large round, irregularly angular, or spindle-shaped bodies, which are, in many nuclei, of nearly the same size, but in others show great variation

in this respect. He found the microsomes were always present and uniformly stained darker than the macrosomes. Meves [16] says, „Die Kerne der Spinnrüsen der Raupen sind ausserordentlich reich an Chromatin. Dieses ist in Form kleiner, fast durchweg gleichgrosser Körner (der Microsomen Korschelts) vorhanden; ausnahmsweise kommen auch grössere Ansammlungen von Chromatin in Form von Klumpen vor.“ He also found that in some preparations many of these large irregular masses, nucleoles, enclose one or many small vacuoles. The chromatin granules were observed by Meves [16] to often lie in strings of lightly colored substance, linin; this he did not, however, find true in sublimate preparations.

What these two observers have seen in the spinning glands of the Lepidoptera we found, with but slight variations, in *Platyphylax*. We have already spoken of the nucleus as seen in surface view and will now confine ourselves to a study of sections. In speaking hereafter of a surface view we refer to the first sections cut in making a longitudinal series; in many of these a fairly large portion of a nucleus may be present. From the shape of the nuclei it is at once obvious, that, in different parts of the sections, it will vary much in size and form; also, that the same general view of it will be obtained in either a transverse or a longitudinal section of the gland. Most of the glands were cut longitudinally, thus making the sections fewer and much larger than if cut transversely.

Normal glands (Figs. 9 and 10). The cytoplasm in the normal glands fails to show any differentiation in the various parts of the cell; it appears dense, granular, stains evenly and deeply and, from its structure, appears the same in all parts of the cell. It, in almost all specimens, presents an appearance free from vacuoles and is quite compact. Normal glands were, however, examined, which showed the cytoplasm different from this in that a marked contrast between that of the outer and that of the inner half of the cells was noticeable. The former part shows in these few rather exceptional cases a fairly distinct striation, at right angles to the surface of the gland, such as is much more pronounced in glands which have been active.

A tunica propria is distinctly seen on the outer surface of the gland and just within this the outer membrane, which is best seen

where the tunica has been slightly pulled away. In most sections the mass of secretion has shrunk away from the gland, leaving its inner surface slightly roughened. Each cell is then without an inner membrane, which is found either attached to the outer surface of the secretion or part way between it and the gland. This inner membrane is not shown in most of the figures. The secretion, which is very darkly colored by the violet of the triple stain, has generally a light brownish border of varying thickness („couche corticale ou grès“ of Gilson [3]), connecting the inner surface of the gland with the dark secretion. It also shows a slight granular structure. In many specimens it contains vacuoles having a definite arrangement, and others scattered irregularly throughout its central portion.

The nucleus has a distinct membrane which, in the normal glands, appears equally clear in all parts. The large nucleoles are numerous and present a fairly regular appearance in their arrangement. Sections of the nucleus show great variation in size and in the number of enclosed nucleoles, both of which, from the shape of the nucleus, we would naturally expect. Both in surface view and in sections the nucleoles show comparatively few great irregularities in size; their surfaces are rounded and fairly regular and without the angles or projections so noticeable in the active glands. In the wide ends of the nuclei the nucleoles show a tendency to have a more rounded appearance than in the narrower parts, where they become elongated. In a few of the normal glands some of the nucleoles contained vacuoles.

The chromatin granules were very numerous and their distribution in the nucleus fairly regular. They showed, however, a tendency to form groups leaving the intervening spaces free; they often formed rows of two to six granules which extended from the nuclear membrane to one of the nucleoles. Similar strands, although shorter, were also observed passing from one nucleole towards or to another. In the figures of other authors the chromatin granules are much more numerous than as represented by us. This is, we think, due to our thinner sections, in none of which were these granules observed to nearly fill all of the space between the nucleoles, as has been figured by others. The presence of a linin reticulum is in many preparations

hard to distinguish but it is undoubtedly present. It can best be seen in the thinnest sections. The disappearance of the linin in glands which had been fixed in sublimate, as Meves [16] holds, we doubt, believing that a careful observation will reveal the reticulum in all sections.

The earliest of the active glands which we prepared was one taken from a larva which had been rebuilding its case for two and one-half hours; the next stage was after five hours of activity (Figs. 11 and 12). There was such a slight difference in these two periods that, while some minor differences could be observed, it was thought best to describe them together.

A study of a gland active for five hours (Fig. 11) shows that the change from the normal gland which has taken place is in the cytoplasm and not in the nucleus. What we have said of the normal gland, that the cytoplasm was similar in all parts of the cell, no longer holds true, as we observe, after these short periods of activity, a differentiation between the contents of the outer and of the inner regions of the cell. From the inner margin of any cell to a region represented by the median portion of the nucleus, the cytoplasm has not changed in appearance from what we found in all parts of the normal gland cell. The boundary between the two regions of cytoplasm which lies near the median line of the cell is general fairly distinct, and, in many places, extends in long or short pointed processes into the outer half of the cell, sometimes nearly to its outer margin. In the outer half of the cell the cytoplasm is lighter in color and not so dense as that we have just noticed; in this outer part there are darker areas scattered irregularly near the outer margin of the nucleus. Here there are also a number of fairly large vacuoles along the outer margin. These vacuoles are nearly all elongated and each lies with its long axis at right angles to the surface of the gland; they vary in number in different parts of the sections but we were unable to distinguish that those parts where they were most frequent occurred at any regular place relative to the position of the nucleus. In some of the glands which had been active for this short period we often noticed in the outer half a decided striation which

extended from the outer membrane as far as, or slightly beyond, the nucleus.

In the nucleus no noticeable change has taken place, although we found that in its more elongated portions the nucleoles show, both in frequency and extent, a tendency to become elongated. The margins of the nucleoles are still fairly regular, showing as yet but slight, if any, changes from those in the normal gland.

24 hours (Figs. 13, 14 and 15). The first of the glands, active for this length of time, which we examined, showed such a decided change from those we have so far described that we made a number of other preparations, in fact, more than for any other period of activity. An examination of all these sections shows quite a variation in structure, there being in all of them a much greater change from the normal than in either the two and one-half or five hour periods. We have already explained that in these twenty-four hour periods, the larvae were timed from the removal of the case, and that the construction of a new one was not begun at once, but after two, three, or more hours had elapsed. There must also be a great amount of variation in the time of activity, some larvae undoubtedly spending much more time in actual work and consequently using more secretion than others. In a previous work (l. c. page 2) we showed that there was a great difference in the amount of repair or of rebuilding done by different larvae in equal lengths of time.

The cytoplasm in the outer half of the cells (Figs. 13 and 14) shows a marked difference from that in the inner half, where it is still similar to what we found it to be throughout the entire normal cell. At that region in the cells where the cytoplasm of the inner and of the outer parts join, quite an abrupt change is noted; this transitional border does not always lie in the central portion of the cell, the relative thickness of the two regions changing in different parts of the gland. In the outer portion of the cells the cytoplasm, instead of having an even appearance throughout, shows very plainly a differentiation into two parts which are unlike in appearance. The one is lighter colored than the other and is also of a looser structure; in many specimens vacuoles are present, which in some sections appear

very distinct, in others not so clearly defined. The vacuoles are in most instances elongated and arranged at right angles to the surface of the gland, the greatest number being nearest its outer surface, although a few extend inward nearly to the nucleus. The darker colored cytoplasm of this region is in small, somewhat elongated masses, most of which run parallel to the vacuoles, which lie between them. An exception to this general arrangement was found in a couple of specimens in which the darker areas of the cytoplasm were present as in the others, and were also noticed along the inner margin of the nucleus.

In the nucleus no marked changes have taken place except in the outline of its membrane, which has become more irregular, and in some specimens shows along its outer margin a number of lobate or pointed processes. Korschelt [9] always figures these processes along the inner margin, that toward the lumen of the gland, whereas in *Platyphylax* they are on the outer margin. The nucleoles were somewhat more irregular in outline, this being in some specimens decidedly more pronounced than in others. Some of the nucleoles contained vacuoles.

Glands from larvae which have been active forty-eight hours show but little change from those we have just described and but slight mention need be made of them. In surface view the nucleoles more frequently show a linear arrangement, especially in the narrower parts of the nucleus.

After seventy-two hours of activity (Fig. 16) we find the inner part of the gland still composed of cytoplasm which is of an even structure, similar to the other periods of activity we have described. It differs, however, from the others in that this even part is narrower and is sometimes broken by the striations which have heretofore been exclusively present in the outer half or two-thirds of the cell. The striae are, in some parts of the sections, seen to curve towards the middle of the inner surface of the nucleus and in this region small, denser areas are noticeable. This inner layer is narrower than heretofore and restricted to one-fourth or one-third the thickness of the cell. With the decrease in extent of this evenly granular part of the cyto-

plasm there necessarily goes a corresponding increase of the outer layer. In this latter part a distinct striation is very noticeable, the striae passing from the outer surface of the gland to near the inner margin. These striations are perpendicular to the tunica propria and run fairly straight until the median plane of the cell is reached; at this point the striae curve, as previously noticed, toward the nearest piece of the nucleus. There are also present in this outer region small irregular vacuoles and small areas which are distinguished by their darker coloration and greater density of the cytoplasm. These areas are mostly near the outer margins of the cells.

The changes in the nucleus are not great, the most noticeable being the almost constant irregularity of the membrane along its outer surface. The nuclear membrane on the side toward the lumen of the gland is even, or, if not so, the irregularities are none of them sharp or abrupt; the outline here follows quite regularly that of the gland. The outer membrane, however, has a number of longer or shorter pointed processes extending out into the cytoplasm. The nucleoles show here a slightly greater irregularity in shape, some pieces being very uneven in outline and bearing a number of fairly long projections. A surface view of the nucleus shows a greater number of the nucleoles to be elongated; in some sections we noticed two, three, or four „macrosomes“ which were end to end and had the appearance of having been parts of a larger piece.

Both the larvae taken after rebuilding their cases for a period of one hundred and twenty hours must have been very active, as we found in their glands a well marked change. The structure of both cytoplasm and nucleus (Fig. 17) resembles here very closely what we shall find in larvae which have supposedly done more secreting; those which, at least, have been working for a longer time. In these glands we find, along the inner portion of the cells, only a narrow area in which the cytoplasm shows no change. We have already noticed that this area in which the cytoplasm is of a similar structure throughout, decreases as the period of activity increases, and we now find it occupying but a narrow strip just along the inner membrane. In these glands of one hundred and twenty hours activity it has in part lost

its even structure, due to a tendency of the striae to enter it. Between the outer margin of the nucleus and the tunica propria the cytoplasm shows a very uneven structure due to the presence of two optically different parts. These are the same as we have already mentioned; the darker instead of the lighter areas now predominate, and are especially numerous near the surface of the gland. The striated appearance is not so pronounced, the striae extending, as before, from the outer region of the cell to the nucleus, around the surface of which they bend. Along the inner margin of the nucleus is a very deeply colored layer of cytoplasm.

In section the nuclei show, to a very marked degree, the irregular pointed processes along their outer border. In many places the membrane is quite difficult to distinguish, being lost in the adjacent cytoplasm; this is especially true in those nuclei along whose outer border the dark cytoplasmic areas are numerous.

In surface view (Fig. 18) many of the nuclei display a marked contrast to what we have heretofore seen; in them the nucleoles have generally lost their rounded outline and have become more elongated. We find this most noticeable in the thinner regions of the nuclei, where the nucleoles often appear as if they were being carried through the narrow part. Many of the nuclei appear at this stage as if they were disintegrating; long projections are numerous, and, at many points some have the appearance of being broken up into smaller pieces. Our figure shows but part of a nucleus so that the contrast between the rounded ends of the branches and the narrower portions extending between them is not clearly seen. In a few places are shown the narrow spindle shaped nucleoles and their arrangement as if trying to pass from one part of the nucleus to another.

An examination of our other sections, those taken from glands of longer periods of activity, shows but few changes from what we have just described; we observe, however, after the maximum period of activity, two hundred and forty hours, a few changes which it will be well to record.

The cytoplasm in the glands of this maximum period of activity (Fig. 19) has lost the inner layer in which the structure appears sim-

ilar throughout, although there still remains a marked difference between the inner and the outer halves. The former is noticeably disturbed by the entrance into it of the striae which before have been restricted to the outer portions of the cells. This invasion of the inner part by the striae was suggested in glands of one hundred and twenty hours of activity. The outer portion of each cell shows a marked striation, the presence of somewhat elongated vacuoles, and the areas of darkened cytoplasm; these are here mostly in close proximity to the outer boundary of the nucleus, but exceptionally present along its inner border. In Fig. 20 a view with a higher magnification is shown. Along the outer margin of this nucleus the darkened areas are distinctly seen extending in pointed processes toward the outer surface of the gland.

The nucleoles show a further change in the very great irregularities of their contour. Very few are now noticed which show the same even surface characteristic of them in the normal gland, the majority presenting an extremely irregular outline, which, in the surface view of the nucleus, becomes very pronounced. The best idea of the various shapes these nucleoles now assume can be obtained from the view (Fig. 21) we have represented. The chromatin granules appear as heretofore, nothing like a grouping of them in any part of the nucleus being noticed. Many of them show a linear arrangement (Fig. 20).

The nuclear membrane has, as usual, an even contour along the inner border; on the outer margin, however, it has become very irregular, presenting many pointed processes which project into the adjacent cytoplasm. The two views we have given (Figs. 19 and 20) are not exceptional, this condition being found in any section. As in the last period described, there is here also quite a difference between the distinctness of the nuclear membrane on the inner and outer surfaces. The latter surface is often almost impossible to distinguish, the contents of the nucleus and the adjacent cytoplasm merging into one another; it is often difficult to say just at what point the boundary occurs.

We wish to record that after pupation, at which time the spinning glands disappear, sections show that the first changes to take place

in them are in the cytoplasm. A section through a gland taken from a young pupa (Fig. 22) shows the nucleus to contain a few small irregular nucleoles of a bright safranin color and numerous chromatin granules which have not been deeply stained violet, but otherwise appear the same as in the different nuclei we have described.

The other contents of the cells show a decided change, the entire gland being filled with globules of varying sizes. These are largest near the inner surface of the gland, decreasing in size as they approach the outer boundary; more small ones are in the inner than in the outer half of each cell. The globules are mostly circular in outline, although many of a slightly irregular form are seen. They do not darken with the osmic acid of Flemming's solution and are colored safranin by the triple stain; their color is lighter and not nearly so dense as that of the nucleoles.

Notes on secretion in the glands. — Glands which are normal or have been active for short periods only, are entirely filled with the mass which they secrete, but those which have been active for some time show this mass to occupy but a part of the lumen of the gland. In those sections on which the triple stain was used the secretion, which shows a finely granular structure in all the preparations, is colored a dark violet. Some few slides show the secretion without any vacuoles, others with a few irregularly scattered ones but a large majority of our preparations showed the following arrangement. A large number of vacuoles, fairly regular in size were close together and formed a continuous layer, tubular in shape: in longitudinal sections these always appeared in two rows parallel to the surface of the gland (Fig. 23), in some nearer the surface than in others; in a transverse section the vacuoles formed a circle. Specimens in which the vacuoles showed this regular arrangement nearly always contained others which were scattered irregularly throughout the secretion, the majority, however, being in the central part and enclosed by those which were regularly arranged.

The following short account describes the conditions found along the inner surface of the gland and the outer of the mass of secretion, including whatever was found between these two areas. At this place

the new secretion is being added to that which has already been formed and we could easily compare the conditions in glands which had been resting for some time with those which had been active for short or long periods. In nearly all of our preparations the secretion had contracted and pulled away from the surface of the gland; such places were selected, as the conditions here showed more distinctly than where the two parts were in juxtaposition. Where the secretion was at all removed from the gland the inner membrane of the cells, as already mentioned, was pulled away and it was either attached to the secretion or was in the space between it and the gland. Where it was pulled away from the gland it generally carried with it a thin layer of cytoplasm, which, tearing from the cell, left irregular and somewhat jagged edges. If still quite near the cell slight strands of cytoplasm connect the two (Fig. 25); if the separation is complete, broken filaments of cytoplasm may be seen attached to the torn margin of the cell and to the inner membrane (Fig. 24). In most specimens there is present, just with the inner membrane, a small thin layer having a structure resembling cytoplasm (Figs. 24, 25 and 27). Between this latter layer, or, in its absence, the inner membrane, and the surface of the darkly staining secretion is another layer nearly homogenous in structure, and of a light brown color (Figs. 25 and 28). This is of varying thickness, usually quite thin; where, however, any depressions occur in the secretion, they are filled in by this layer. Next to this lies the secretion, which in most sections sends numerous processes through the layer which we have just described (Fig. 24). The margin of the light brown layer lying adjacent to the secretion follows its irregularities, while the surface facing the gland is roughened by many rather sharp processes projecting from it (Fig. 25).

An examination of sections which have been active for two and a half or for five hours show that but slight changes have taken place (Fig. 25). The difference in the thickness of the light brown layer in this and the preceding figure (24) does not signify any change, as in each case the layer varies in different parts of the sections. It is noticeable that in the layers on either side of the inner membrane there are a number of minute granules which have been very darkly colored.

Some sections of glands active for five hours showed a number of small blunt processes projecting from the surface of the gland into its lumen (Fig. 26). Each is seen to contain a number of darkly staining bodies somewhat similar to, but larger than, those along the margin of the cell of two and one-half hours of activity (Fig. 25). These projections remind us of the secretory processes which are often found on the free surface of the intestinal epithelium of insects.

After twenty-four hours activity one change at least is quite noticeable, and that is the slight increase in thickness of the cytoplasmic-like layer just outside of the inner membrane (Fig. 27). The light brown layer varies, as before, in thickness in different parts of the sections; its outer surface is irregular. Referring again to the layer just outside the inner membrane we find that it has increased a little in thickness and is quite similar in structure to the cytoplasm which lies on the other side, i. e., within the cell. It also shows a number of blunt processes which project slightly into the lumen of the gland. The outer surface of these processes is more deeply stained than the rest and the larger ones have this darkened portion drawn out into short strands, many of which connect with the border of the light brown layer. In many parts of the sections where this layer has been pulled some little distance from the gland, long strands were seen between the two, which, if the layers were not too widely separated, connected the one with the other. These strands were very irregular and stringy.

In glands from larvae which had been active for forty-eight hours no great changes were noticed, the only one we would record being a slightly greater thickness of the layer just outside of the inner membrane. The lobate processes which we noticed in the twenty-four hour gland were here more pronounced; a few stained very densely and were nearly homogeneous.

In glands which had been active for one hundred and twenty hours (Fig. 28) we noticed that at all places along the inner margin of the cells there was a great similarity. Just within the inner membrane there is a narrow band of cytoplasm which is lighter in color and of less density than that adjacent to it; in this marginal layer

there are noticeable a number of minute, darkly colored globules, most abundant at the bases of the „secretory processes“, projecting into the lumen of the gland. These projections we have already found present, exceptionally, in the twenty-four hour stage. In some of the periods of activity later than this they were also seen, but were sparsely scattered over the section with nothing like the regularity with which they now occur.

Conclusions. — Our study has, it appears to us, brought out the following points which hold true for the spinning glands of the species we studied, and would, we believe, in part or entirely, hold true for the same organ in other Phryganeidae and probably in the Lepidoptera.

1. The nuclei show an extreme case of branching, no branch, we believe, anastomosing with another.

2. Different types of nuclei might be selected from the cells in the gland, but neither would these types be limited to any particular portion of the gland, nor would they be distinct, since gradations could easily be found connecting any one with the others. This does not apply to the sizes of the cells, which are always smaller in the narrower ends of the glandular portion, or to the shape of the nuclei in the conducting portion of the gland, which are always quite distinct from those in the glandular part.

3. Each nucleus is continuous from any one extremity to all others, and in no instance could we define any segmentation.

4. The nuclein is not in long strands, Carnoy [1], in the nucleus, but each piece or mass is separate from all the others.

5. There are no extended areas in the nuclei free from nucleoles, Korschelt [10, 12], but these are fairly evenly distributed.

6. Each nucleus contains many nucleoles which are of varying sizes, and many small chromatin granules. Of this we have no proof except what we get from the differentiation of the stains we used. Flemming's triple stain gives to the larger bodies a decided safranin color and stains the smaller granules violet. Acid fuchsin and methylen green gives to the larger bodies the fuchsin color and the granules stain a dark green (Meves [16]).

7. The nucleoles may contain vacuoles (Mewes [16]).

8. The even optical structure of the cytoplasm in the cells of most normal glands becomes decidedly changed after activity. We admit that all glands after what we suppose is an equal period of activity, do not show exactly the same structure; we are not, however, sure that a gland which has supposedly been active for a certain period has in reality secreted more than the glands of some other larvae which were supposedly active for a shorter period. In this connection we would call attention to the fact that Hodge [8] has shown that a strong stimulus may in two hours cause a change that it takes a weaker stimulus ten hours to bring about; also to Langley's [13] view that both anabolism and katabolism go on at the same time, the appearance of a cell depending, it may be, upon the one or the other being in the ascendancy. The change during the first twenty-four hours of activity is greater than that caused by any other equal period.

9. The chromatin granules lie imbedded in a linin reticulum.

10. The activity of the gland causes the membrane on that surface of the nucleus which lies nearest the outer margin of the gland to become irregular, the most noticeable feature in the irregularity being the pointed processes extending into the cytoplasm. This nuclear membrane may often become indistinct. Secretory activity does not cause the nuclei to become swollen (Heidenhain [5]).

11. No plasmosoma or other special structure is formed in the nucleus during secretion (Ogata [17]).

12. As a result of activity the „nucleoles“ become very irregular in shape.

Madison, June 1905.

Zoological Laboratory, University of Wisconsin.

Bibliography.

As this paper is intended only as a study of the spinning gland of an insect we give but few papers on secretory cells in other animals. Only a very few physiological papers are mentioned.

1. Carnoy, J. B., *La biologie cellulaire. Etude comparee de la cellule dans les deux regnes.* Paris 1884.
 2. van Gehuchten, A., *Le Mecanisme de la secretion.* Anat. Anz. Bd. VI. p. 12. 1891.
 3. Gilson, G., *Recherches sur les cellules secretantes. I. Lepidopteres. La Cellule.* Tome VI. p. 129.
 4. —, *Recherches sur les cellules secretantes. II. Trichopteres. La Cellule.* Tome X. p. 37.
 5. Heidenhain, R., *Physiologie der Absonderungsvorgänge.* Hermanns Handbuch der Physiol. Leipzig 1883.
 6. Helm, F. E., *Über die Spinndrüsen der Lepidopteren.* Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXVI. p. 434. 1876.
 7. Henneguy, L., *Les Insectes.* p. 463. Paris 1904.
 8. Hodge, C. F., *A microscopical study of changes due to functional activity in nerve cells.* Journ. Morph. Vol. VII. p. 95. 1892.
 9. Korschelt, E., *Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes.* Zool. Jahrb. f. Morph. Bd. IV. p. 1. 1889.
 10. —, *Über die Struktur der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen.* Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLVII. p. 500. 1896.
 11. —, *Über Zellmembranen in den Spinndrüsen der Raupen.* Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLVII. p. 550. 1896.
 12. —, *Über den Bau der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen.* Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLIX. p. 798. 1897.
 13. Langley, J. M. and Sewall, *On the Histology and Physiology of Pepsin-forming glands.* Phil. Trans. Vol. CLXXII. p. 663. 1881—82.
 14. van Liath de Jeude, T. W., *Zur Anatomie und Physiologie der Spinndrüsen der Seidenraupe.* Zool. Anz. Bd. I. p. 100. 1878.
 15. Meckel, H., *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Tiere.* Müllers Archiv. p. 30. 1846.
 16. Meves, F., *Zur Struktur der Kerne in den Spinndrüsen der Raupe.* Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLVIII. p. 573. 1897.
 17. Ogata, M., *Die Veränderungen der Pankreaszellen bei der Sekretion.* Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. p. 405. 1883.
 18. Zaddach, G., *Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliedertiere. I. Die Entwicklung des Phryganidenieies.* Berlin 1854.
-

Explanation of Plates XX, XXI.

All figures drawn with a camera lucida.

What we consider the nucleoles have been, except in figure 7, colored carmine, and the chromatin granules blue.

In figures 1—8, except figure 7, no attempt has been made to show contents of nuclei.

Plate XX.

- Fig. 1a and b. Two small cells from anterior end of secreting portion, showing simple nuclei. x 240.
- Fig. 2. A larger cell, the more complex nucleus of which shows a radial arrangement of branches. x 240.
- Fig. 3. A nucleus which occupies a large proportion of the cell. *a* = points where branches overlap. x 240.
- Fig. 4. A nucleus occupying a relatively small amount of space within the cell. *a* = portion which could easily be taken for a separated part, but which is attached to main part by a slender strand. x 240.
- Fig. 5. A nucleus showing how the branches in one part of the cell may be wider than those in another. x 240.
- Fig. 6. A nucleus, a part of which, at first view, appears segmented, the pieces being connected only by slender threads. x 240.
- Fig. 7. Enlarged view of the apparently segmented portion of Fig. 6. x 530.

Plate XXI.

In Figs. 9—11, 13, 14, 16, 17, 19, the inner surface, lumen, of the gland is to the right, outer surface marked. Tp.

- Fig. 8. Cell near the anterior end of secreting part of gland. *a* = point where branches nearly touch.
- Fig. 9. Section from a normal gland. Tp. tunica propria. x 1100.
- Fig. 10. Surface view of part of a nucleus from a normal gland. x 880.
- Fig. 11. Section from gland active for five hours. x 1100.
- Fig. 12. Surface view of part of a nucleus from a gland after five hours activity. x 880.
- Fig. 13. Section from gland after twenty-four hours activity. x 1100.
- Fig. 14. Section from gland of same period of activity. x 725.
- Fig. 15. Surface view of a portion of a nucleus from a gland active for twenty-four hours. x 950.

- Fig. 16. Section from a gland which had been active for seventy-two hours. x 1100.
- Fig. 17. Section from gland of one hundred and twenty hours of activity. x 880.
- Fig. 18. Part of a nucleus from a surface view, showing same period of activity as Fig. 17. x 710.
- Fig. 19. Section of gland after two hundred and forty hours of activity. x 1100.
- Fig. 20. Section of nucleus from gland of same period of activity. x 1200.
- Fig. 21. Nucleoles from glands which had been active for same period of activity. All x 1100.
- Fig. 22. Section of a gland taken from a young pupa to show the changes which have taken place in its contents. x 880.
- Fig. 23. Longitudinal section of the mass of secretion. This shows the arrangement of the vacuoles in the secretion, which is so common in normal glands or those of the shorter periods of activity.
- Fig. 24. Section showing inner margin of normal gland and adjacent secretion. *c* = cytoplasm of that part of the cell which is just inside of the inner membrane, i. *Lb* = light brown layer which is seen in most sections; it lies between the gland and the secretion. *s* = outer margin of mass of secretion. The lettering in the following figures is the same. x 1100.
- Fig. 25. Similar section from gland after two and one-half hours of activity. x 1100.
- Fig. 26. Inner margin of cell, showing the processes which are sometimes observed at this stage; active five hours. Each process contains numerous darkly stained globules and the same, although somewhat smaller, are seen in the neighbouring cytoplasm. x 1100.
- Fig. 27. Section from the same region as Fig. 24, but from a gland which has been active for twenty-four hours. x 1100
- Fig. 28. Similar section from a gland of one hundred and twenty hours activity. x 1100.

Istituto Anatomico di Catania diretto dal Prof. R. Staderini.

Sulla frequenza e sul significato di un solco glottideo nell'uomo.

Sul valore dell'angolo vocale.

Per il

Prof. S. Citelli.

(Con Tav. XXII.)

Facendo alcune ricerche anatomiche sulla laringe umana, mi accorsi, aprendo sagittalmente la laringe di una bambina di anni 1 e mesi 4, che nella metà sinistra, in ispecie, esisteva una disposizione nuova e interessante. Il ventricolo di Morgagni, cioè, a sinistra, invece di essere unico appariva macroscopicamente doppio; poichè, come si vede nella fig. 1, si notavano due fenditure, di cui la inferiore più lunga e, specie posteriormente, più larga. Nella metà destra, poi, sotto il ventricolo di Morgagni, d'aspetto e di dimensioni normali, si notava un solco parallelo meno appariscente. Questa laringe fu da me sezionata frontalmente in serie e osservata al microscopio, appunto per spiegarvi quella disposizione anomala di cui sopra. Oltre a ciò in una altra laringe, appartenente a un uomo di 53 anni, osservai, nell'aprirla sagittalmente, in una sola metà (sinistra) e al disotto del margine libero della corda vocale inferiore, una fenditura netta, abbastanza profonda e disposta orizzontalmente in corrispondenza dal terzo medio circa della vera corda (fig. 2).

Furono queste due osservazioni macroscopiche, che mi spinsero a studiare su questo riguardo molte laringi già da me sezionate fron-

talmente in serie, e parecchie altre che sezionai dopo. Potei constatare appunto con questo studio, che frequentemente nelle laringi umane e in tutte le età esiste, come esporrò più dettagliatamente in seguito, in corrispondenza o molto vicino al labbro glottideo (margine libero della vera corda), un solco più o meno profondo, solco ch'io chiamo „solco glottideo“.

Ricordavo d'aver letto e osservato nella memoria di Giacomini „Sulla laringe del Gorilla e del Gibbone“ [1], che nel Gorilla c'è pure un solco abbastanza profondo sotto il ventricolo di Morgagni; ma fu occupandomi della letteratura in proposito, e nel mentre facevo ulteriori ricerche anatomo-comparate, che lessi il lavoro di Salvi „di alcune anomalie della laringe umana in individui delinquenti“ [2]; ove trovai che questo Autore avea descritto nelle laringi umane della nostra razza, pare per il primo, un solco ch'egli chiama *sulcus vocalis*, quasi identico a quello da me riscontrato. Dopo di Salvi sembra che nessun altro si sia occupato dell'argomento; ed è perciò che, prima di esporre i risultati delle mie ricerche, le quali, oltre a far conoscere dei ~~fatti nuovi~~, contribuiranno io spero ~~abbastanza~~ alla giusta interpretazione della disposizione sopra ricordata, riassumerò con un certo dettaglio le idee principali del lavoro di Salvi; specialmente perchè io dovrò dissentire in parecchi punti dalle conclusioni a cui arriva in proposito questo Autore.

Il Salvi, avendo studiato 50 laringi di individui normali e 12 di delinquenti, richiama l'attenzione su due fatti, spesso, dice l'A., in rapporto tra loro; e precisamente: sull'angolo che forma in sezione frontale la corda vocale inferiore, in corrispondenza del suo margine libero (angolo vocale), e sulla presenza di un *sulcus vocalis* in questa corda. Riguardo al primo particolare egli, d'accordo con altri AA. e specialmente con Giacomini [3], raggruppa in 3 tipi *l'angolo vocale*; e cioè: 1. tipo ad angolo acuto, in cui la faccia superiore della corda è inclinata in fuori e in basso, e quindi il pavimento del ventricolo di Morgagni è concavo (fig. A dell'A. a pag. 371 e fig. 1 di Giacomini [3]); 2. tipo ad angolo retto, in cui la faccia superiore della corda è presso a poco orizzontale (fig. B dell'A. fig. 2 e 3 di Giacomini); 3. tipo ad angolo ottuso (fig. C dell'A.), in cui la faccia superiore della corda,

essendo diretta in alto e all'esterno, forma un angolo assai ottuso colla faccia inferiore, o si continua con questa senza formare angolo di sorta. Questi 3 tipi però, aggiunge l'A. si possono distinguere nella parte media e posteriore della corda; poichè nella parte anteriore il pavimento del ventricolo tende sempre a risalire.

Poichè intanto Giacomini dice (secondo l'autore), che nell'uomo normale della nostra razza si riscontra il primo tipo (ad angolo acuto), mentre nelle razze umane inferiori e nella maggior parte dei Primati è il terzo tipo (ad angolo ottuso) che si suole incontrare; e poichè su 50 laringi d'individui normali, esaminate dall'A., prevaleva fortemente il 1. e il 2. tipo, e solo 10 volte era evidente il 3. tipo, mentre nelle 12 laringi di delinquenti il tipo ad angolo ottuso si riscontrò 9 volte; il Salvi viene a dare, non solo un valore morfologico, ma specialmente un valore antropologico alla forma dell'angolo vocale, ritenendo un carattere inferiore e degenerativo la corda appartenente al 3. tipo. L'autore però, accortosi che in alcuni Primati, contrariamente alle sue conclusioni, l'angolo della corda inferiore appartiene al 1. o al 2. tipo, aggiunge, che in questi casi il muscolo tiro-aritenoideo, come rilevò Giacomini, non penetra nei Primati profondamente, come nell'uomo, nello spessore della vera corda; ma offre un margine smusso e rotondeggiante, senza cioè prolungamento vocale. In questi casi, quindi, il carattere del muscolo della vera corda ci dice, che la corda, pur appartenendo al 1. o al 2. tipo, è morfologicamente inferiore. Nell'uomo però (dice sempre il Salvi) la discordanza tra il tipo della corda e la forma del muscolo vocale si riscontra molto raramente: a ogni modo, conclude, che sia nell'uomo ~~ma~~ specialmente negli animali, la forma del muscolo vocale ~~nello~~ stabilire il grado di superiorità morfologica d'una laringe è importante, perchè completa e rende più sicuro il significato del carattere da lui rilevato, riguardante appunto il tipo dell'angolo vocale.

Questo carattere dell'angolo vocale, poi, è messo in rapporto molto intimo, dall'A. medesimo, colla presenza o meno del solco glottideo nelle laringi umane.

Riguardo al solco vocale o glottideo egli dice, che questo solco, il quale trovasi di solito sotto lo spigolo della corda, ora è esteso a

tutta la corda, ora a parte di essa; ora è pianeggiante, ora profondo: riporta inoltre in figure le principali disposizioni macro- e microscopiche da lui osservate, disposizioni che somigliano molto a quelle trovate da me. Egli aggiunge, però, che generalmente il solco glottideo si trova nelle laringi le cui labbra vocali appartengono al 3. tipo (ad angolo ottuso), e solo raramente in quelle del 1. e del 2. tipo. Nel primo caso manca assolutamente il prolungamento del muscolo vocale, che dovrebbe avvenire in corrispondenza della piega superiore, la quale starebbe a rappresentare lo spigolo; perchè il solco vocale trovasi di solito sotto di esso. In corrispondenza invece della piega inferiore vedesi il muscolo vocale formare una sporgenza assai rimarchevole, talvolta per mezzo di una vera appendice della massa muscolare, talvolta mediante fascetti staccati e assai lontani dalla massa del muscolo.

In soli due casi, poi, l'A. poté osservare il solco in corde vocali appartenenti al 1. e al 2. tipo. In questi casi il muscolo tiroaritenoidico interno prolungavasi in alto nella piega superiore, avanzandosi entro di essa a guisa di sprone; mentre nella piega inferiore altri fascetti muscolari formavano una sporgenza assai manifesta avanzantesi dentro la piega stessa. In questi casi l'Autore trovò anche il legamento vocale diviso in due porzioni, corrispondenti ai prolungamenti muscolari; mentre negli altri casi esso era situato sopra la sporgenza del muscolo vocale.

Per questo modo (costante secondo l'Autore) di comportarsi del muscolo e del legamento vocale, rispetto al solco e alle due pieghe da esso risultanti, l'Autore esprime la convinzione che tra i due fatti esista una vera corrispondenza come da causa ad effetto. Aggiunge poi che da Giacomini fu descritto un solco identico nel Boscimane, e uno più accentuato nel Gorilla, solchi che debbono essere omologhi a quelli da lui trovati nell'uomo bianco. Importante infine da far notare è il fatto, su cui insiste particolarmente l'Autore, che il più delle volte nella stessa laringe si trova la corda ad angolo ottuso e il solco vocale; sicchè questi due caratteri, presentandosi più frequentemente nei delinquenti che negli individui normali, attestano una inferiorità antropologica di quelle laringi. Su 12 laringi di delinquenti, difatti, 9 volte la corda in sezione mostravasi più o meno nettamente

ad angolo ottuso (3. tipo), e in 6 di esse esisteva concomitante il solco vocale: degli altri 3 casi, uno avea le corde appartenenti al 1. tipo e due al 2.; ma il 1. e uno di questi ultimi presentavano anch'essi il solco vocale. Sicchè, riassumendo, su 12 delinquenti il labbro vocale si presentò 9 volte fortemente ottuso e poco individualizzato dalla parete del laringe, e 8 volte è stato su di esso riscontrato il *solco vocale*; il quale su 50 individui normali si è presentato invece solo 3 volte.

Queste appunto sono le idee principali espresse da Salvi nel suo lavoro; idee però che non troveranno spesso una conferma nel risultato dei miei studii in proposito.

Io, difatti, su 20 laringi umane normali di tutte le età (ma specialmente di bambini) esaminate con tagli frontali in serie, riscontrai il *solco glottideo* per ben 11 volte. Questo era d'aspetto e di dimensioni varie, percorrendo alcune volte tutta l'estensione della corda, altre volte invece solo un terzo o la metà di essa. Quasi sempre simmetrico, in certi casi si presentava in una corda meno appariscente che nell'altra; l'aspetto macroscopico variava dal solco largo e pianeggiante (fig. 1 metà posteriore) alla fenditura stretta e profonda (fig. 2). Il solco corrispondeva nei miei casi quasi sempre al labbro glottideo, e solo in poche osservazioni si presentò un po' più giù (sotto labiale); e poichè, come sappiamo, il labbro glottideo (margine libero della vera corda), avvicinandosi a quello dell'altro lato, forma la glottide, credo che la denominazione *solco glottideo*, meglio che quella proposta da Salvi (*solco vocale*), ne indichi con precisione la ubicazione.

Ed ecco ora dettagliatamente i risultati delle mie ricerche.

Ho trovato il *solco glottideo* nelle seguenti laringi umane:

1. In un feto di 5 mesi (19 della raccolta). Quivi la corda vocale (inferiore) forma in sezione un angolo retto (2. tipo di Salvi). Essa (fig. 3) è in massima parte costituita dal ligamento elastico e da tessuto connettivo, e in minima parte dal muscolo, posto molto profondamente e disposto in sezione ad angolo ottuso. Non si può quindi assolutamente dire che il muscolo abbia una qualsiasi influenza nel determinare la forma dell'angolo vocale, e tanto meno poi nel determinare il solco glottideo. Questo, nel caso in parola, trovai localiz-

zato precisamente sullo spigolo (in sezione angolo) della corda, proprio come il solco notato da Giacomini nella corda del Boscimane (pag. 50 l. c. fig. 3); solo, in questo feto, il solco è esteso a metà della corda. ed è più profondo che nel Boscimane: è simmetrico, ma più accentuato in un lato — non si notano dei prolungamenti epiteliali profondi, con corrispondenti papille dermiche.

2. Bambino di 7 giorni (11 della raccolta). Esiste bilateralmente un lieve solco ad arco, più evidente nella metà destra (fig. 4). e limitato al terzo medio della corda. Esso è sottolabiale, e circondato da tutti i lati da legamento elastico molto spesso; il muscolo perciò resta molto distante dalla superficie della corda. Il tipo della corda è quasi ad angolo retto, e il contorno del muscolo, in sezione, quasi ad angolo acuto, formando una sporgenza in direzione dell'angolo della corda. Essendo, quindi, il solco molto in basso, è chiaro che lo sprone del muscolo, anche quando c'è, non ha nessun rapporto colla presenza del solco.

3. Bambina mesi 2 (6 della raccolta). Anche qui si nota nel terzo medio un lieve solco simmetrico sotto labiale; per aspetto e ubicazione quasi identico al precedente. Forma della corda ad angolo retto; il legamento vocale, robusto, circonda il solco; il muscolo, come al solito, resta molto distante dalla superficie e dal fondo del solco. Si noti che in questa stessa laringe esistevano 2 cartilagini vocali superiori simmetriche [4].

4. Bambino di 7 mesi (18 della raccolta). Esiste un bel solco ad arco, perfettamente simmetrico ed esteso a tutta la corda. Esso, come si vede dalla fig. 5, trovasi in corrispondenza del labbro glottideo, e nel suo fondo si notano delle papille. La corda è ad angolo retto: il legamento vocale, molto spesso, circonda completamente il solco, dal cui epitelio è separato da uno straterello di connettivo lasco; il muscolo, disposto anche ad angolo retto, giace profondamente, e non manda alcun prolungamento speciale in direzione delle labbra del solco. Sulla faccia superiore della corda, intanto e, in alcune sezioni, anche sulla faccia infero-interna (al disotto del solco), si notano delle pieghe sporgenti che limitano altri solchi; pieghe che vengono sollevate dal tessuto connettivo lasco, e che, al contrario delle labbra del solco,

costanti, sono variabili nelle diverse sezioni, e più o meno presto scompaiono.

5. Bambino anno 1 e mesi 3 (7 raccolta). Il solco glottideo ha quivi la forma di un angolo diedro; esso è simmetrico e limitato al terzo medio della corda; nel suo fondo esistono delle papille (fig. 6). La corda presentasi in sezione ad angolo acuto, con la faccia superiore concava e inclinata in basso e all'esterno (1. tipo Salvi). Il contorno del muscolo presentasi anche ad angolo acuto, con una lieve sporgenza in corrispondenza dell'angolo vocale; ma esso rimane abbastanza distante dal contorno della corda, appunto per lo spessore del ligamento elastico il quale anche qui circonda il solco.

6. Bambino anni 3 e mesi 9 (9). Si nota un solco molto accentuato, specie a destra, appena al disotto il labbro glottideo, ed esteso a poco più del terzo medio della corda. Esso è arcuato, e nella parte media, ove è più profondo, forma due sinuosità di cui la superiore si addentra di più nello spessore della corda (fig. 7) — somiglierebbe quasi a quello trovato da Giacomini nel Gorilla (l. c. fig. 1). Questo solco è limitato dappertutto da legamento elastico, il quale ne forma quasi per intero le due pieghe, divenendo molto sottile verso il fondo, a cui perciò si avvicina abbastanza il muscolo: si nota qualche papilla solo nel labbro superiore del solco. La corda è ad angolo retto, e il muscolo quasi: questo si mostra più sporgente in corrispondenza del fondo del solco, ove, come abbiamo detto, si avvicina di più alla superficie; mentre resta molto distante dalla faccia superiore della corda e dalle labbra del solco.

7. Ragazza anni 10 (8). Esiste a destra un solco abbastanza marcato, proprio in corrispondenza dell'angolo della corda, ed esteso a tutta la corda (compresa la porzione cartilaginea). Il labbro superiore del solco è formato da tessuto reticolare lasco, mentre la piega inferiore e il fondo sono costituiti dal legamento elastico; non vi sono papille nel solco, e sbocca quivi, nella porzione cartilaginea, qualche dotto ghiandolare. La corda è ad angolo retto e il muscolo anche; questo però per lo spessore del legamento elastico rimane molto profondo, e non manda propagini di sorta in direzione nè delle labbra del solco, nè dell'angolo glottideo (fig. 8).

Nella corda di sinistra invece il solco è meno accentuato e posto un po' più in basso. Esso è circondato tutto dal legamento elastico; nel suo fondo vi sono delle papille, e non si prolunga, come l'altro, fino al terzo posteriore della corda.

8. Ragazza di a. 15 — corpo atrofico, infantile rispetto all'età — morta di paralisi infantile.

Esiste bilateralmente un solco molto profondo e a fenditura, proprio in corrispondenza del labbro glottideo, e con direzione obliqua d'alto in basso e dall'interno all'esterno. Esso è esteso in entrambi i lati al terzo medio circa della corda; e mentre all'estremo anteriore e posteriore del solco si nota al suo posto un gettone epiteliale pieno più o meno profondo, a poco a poco si rende evidente il solco, fino a divenire abbastanza profondo (fig. 9). La corda è ad angolo ottuso, con la faccia superiore cioè diretta in alto e all'esterno, e così anche il muscolo. Il legamento elastico, atrofico rispetto all'età, forma tutte e due le labbra del solco; il fondo invece si avvicina alla parte più sporgente del muscolo, disposta ad angolo acuto. La corda in questo caso presenta una forma speciale, soprattutto avuto riguardo all'età, probabilmente perchè anch'essa subì l'atrofia che mostravano tutti gli altri organi e tessuti del corpo.

9. Uomo di anni 53 (15 della raccolta).

Esiste un solco profondo, a fenditura, solo nella corda destra (fig. 2), esteso a poco meno del terzo medio della corda. Nelle sezioni frontali si nota meglio la sua profondità, arrivando a toccare direttamente il muscolo, il quale forma quasi due sproni in corrispondenza delle labbra del solco: in questo solo caso quindi si potrebbe pensare a un possibile rapporto tra i prolungamenti del muscolo e il sollevarsi delle due pieghe che limitano il solco. Il legamento elastico è abbastanza ridotto rispetto a quello dei bambini, e il tipo della corda piuttosto ad angolo retto.

10. Vecchio di 67 anni (14).

Si nota un solco come un'intaccatura, vicino all'angolo della corda, ma sempre in corrispondenza il labbro glottideo; il quale negli adulti e nei vecchi, invece che sottile e tagliente come nei bambini, è per lo più rotondeggiante e spesso. Del ligamento elastico atrofizzato

(probabilmente per l'età) e d'aspetto ialino, non rimane che un sottile margine tra l'epitelio e il muscolo (fig. 10). Il tipo della corda s'avvicina più all'angolo ottuso che al retto, e il muscolo, molto sviluppato e disposto quasi ad angolo retto, non mostra nessun rapporto col solco. Questo è esteso al terzo medio circa della corda, e in un lato, quantunque d'aspetto simile, è meno appariscente e più corto che nell'altro.

11. Bambina di 1 anno e 4 mesi (5 della raccolta).

Questa laringe la descrivo all'ultimo e più dettagliatamente; perchè, come accennai in principio, nella metà sinistra presenta una disposizione del tutto nuova, la quale tuttavia deve essere ricondotta al solco glottideo: tanto più che l'altra metà mostra un solco glottideo tipico. La corda vocale destra, difatti, come si vede meglio nelle sezioni microscopiche (fig. 11), presenta un solco molto sviluppato; di cui il labbro superiore, più sporgente dell'inferiore, forma una linguetta costituita da legamento elastico e da connettivo lasco, mentre il labbro inferiore è formato dal solo legamento elastico. Il muscolo resta parecchio distante dalle labbra del solco, con cui non mostra nessun rapporto di causa ad effetto. La corda in sezione forma piuttosto un angolo acuto, mentre il muscolo, profondo, forma un angolo ottuso.

Guardando invece a occhio nudo la metà sinistra di questa laringe, si nota, come dicevo, una disposizione molto strana e non riscontrata, credo, finora da nessuno. Al posto cioè della comune fenditura quasi orizzontale, che rappresenta l'entrata al ventricolo di Morgagni, se ne notano due (fig. 1): la superiore, orizzontale, è lunga 4 mm. e comincia indietro dal margine anteriore della cartilagine cuneiforme che si prolunga fino in basso; l'inferiore invece comincia un millimetro indietro della precedente, partendosi dal margine anteriore della aritenoidale. Quest'ultima fenditura, con una direzione obliqua in alto e in avanti, converge in avanti con la fenditura superiore, da cui però rimane separata da un sottile ponte di tessuto. L'estremo anteriore della fenditura inferiore rimane un po' indietro di quello della superiore; però la fenditura inferiore nell'insieme è più lunga di $\frac{1}{2}$ mm. della superiore. Mentre poi la fenditura superiore è stretta quasi uniformemente in tutta la sua estensione; l'inferiore invece, stretta in avanti, diviene sempre più larga posteriormente, formando all'estremo posteriore una specie di fossetta.

Data adunque una disposizione così anormale, in verità io dall'osservazione macroscopica non potei capire quale delle due fenditure rappresentasse il ventricolo di Morgagni. Furono invece le sezioni frontali in serie e l'osservazione microscopica che mi fecero stabilire, che la fenditura superiore rappresentava il ventricolo di Morgagni, ridotto specialmente in lunghezza, e la fenditura inferiore una specie di solco glottideo notevolmente sviluppato. Coll'osservazione microscopica, inoltre, potei notare un altro fatto curioso, che cioè in questa sola metà di laringe mancava completamente l'appendice del ventricolo di Morgagni (fig. 12 e 13), il quale esisteva invece normale nell'altra metà (fig. 11). Sembra quindi ci fosse in questo caso un rapporto inverso, quasi di compenso, tra lo sviluppo di quella specie di solco glottideo, molto lungo e largo, e lo sviluppo del ventricolo di Morgagni, stretto, corto e privo assolutamente di appendice. Questo rapporto inverso, però, di sviluppo, tra il solco e il ventricolo di Morgagni, esiste solo nella metà sinistra di questa laringe; perchè nell'altra metà, come abbiamo detto, il diverticolo e il ventricolo sono bene sviluppati. In tutti gli altri casi, inoltre, in cui abbiamo descritto il solco, il ventricolo col suo diverticolo non presentava nulla di anormale. Del resto, che non ci sia un rapporto inverso costante tra il solco glottideo e lo sviluppo del ventricolo di Morgagni, lo dice ancora meglio il fatto, che nei negri, dove, come ha notato Giacomini (l. c.), manca spesso il diverticolo del ventricolo di Morgagni, non esiste, pare, solco glottideo di sorta; almeno Giacomini stesso non ne parla, tranne che in una laringe di Boscimane.

Anche qui infine (metà sinistra), come nell'altro lato, il labbro superiore del solco, a forma di linguetta, è costituito in massima parte da connettivo lasco; mentre il labbro inferiore, meno sporgente, risulta formato da legamento elastico. La corda in sezione è ad angolo retto (fig. 12); ma il muscolo, posto profondamente, forma nel terzo medio e posteriore un angolo ottuso (fig. 12 e 13).

Riassumendo adunque i nostri risultati, abbiamo trovato il solco glottideo 11 volte su 20 laringi umane di individui normali; e cioè: una volta in un feto di 5 mesi, 6 volte in bambini della prima infanzia, una volta in una bambina della seconda infanzia (10 a.), una

volta in una ragazza di 15 anni, e due volte in uomini avanzati negli anni. Non si riscontrò il solco, invece: in un feto di 7 mesi, in 5 bambini della prima infanzia, in due giovani (un uomo di 20 anni e una donna di 35 a.) e in un vecchio di 91 anni. È inutile aggiungere, che l'esame macro- e microscopico attentamente da me fatto, escludono completamente l'idea, si sia trattato, nei casi in cui fu trovato il solco, di un prodotto artificiale o patologico.

Il tipo della corda nelle laringi in cui si riscontrò il solco; era quasi sempre ad angolo retto; e precisamente: 8 volte retto (2. tipo di Salvi), una volta acuto (1. tipo), 2 volte più ottuso che retto. I solchi infine da me trovati, sono di solito più evidenti di quelli trovati da Salvi, come si vede guardando le rispettive figure; specie poi se si pensa che le mie sono molto debolmente ingrandite (meno di 20 diametri), mentre quelle di Salvi rappresentano un ingrandimento di 115 a 620 diametri.

Questi semplici risultati intanto ci dicono; occupandoci per ora solo del solco glottideo, che, questo solco si trova molto frequentemente (nel 55%) nelle laringi umane normali, e specialmente nelle laringi di bambini e anche nei feti; ove per lo più la corda è angolo retto.

Le ricerche poi sugli animali ci dicono, ch'esso ha importanza morfologica; costituendo un reperto costante, e spesso più evidente, in parecchi di essi.

Abbiamo accennato, di fatti, come da Giacomini, e prima di lui da Deniker [5], fosse stato descritto nel Gorilla un solco glottideo molto sviluppato e costante; solco che fu trovato da Deniker nelle laringi di un feto e di un giovane Gorilla, e da Giacomini in un altro Gorilla giovane. Questi due Autori, però, non interpretarono la sudetta disposizione nella laringe del Gorilla, come un solco scavato nella vera corda in corrispondenza dell'angolo glottideo; ma credettero che la piega superiore del solco rappresentasse la vera corda inferiore, e che la piega inferiore fosse una specie di seconda corda vocale vera. I reperti identici, intanto, trovati da Salvi e da me nell'uomo bianco, e quell'accenno di solco riscontrato dallo stesso Giacomini nel Boscimane; ci dicono chiaramente, che il solco del Gorilla deve interpretarsi come un solco scavato nella vera corda, e che quindi tanto la piega

superiore che la inferiore appartengono alla corda vocale inferiore. Del resto l'interpretazione di Deniker e di Giacomini, anche indipendentemente dall'omologia con quanto abbiamo trovato nell'uomo, riesce poco soddisfacente; soprattutto perchè, la piega superiore del solco nel Gorilla forma un rilievo gracile e linguiforme posto lateralmente, mentre la piega inferiore, più robusta, si spinge più all'interno; dimodochè nel momento della fonazione son le due pieghe inferiori che vengono a contatto, ed è a livello di esse che si forma la glottide; tanto più che la parte più grossa e più sporgente del muscolo della vera corda corrisponde alla piega inferiore, la quale deve divenire ancora più sporgente durante le contrazioni di quel muscolo. È perciò che lo stesso Giacomini, nello stesso tempo che credeva, con Deniker, fosse la sola piega superiore la vera corda, diceva (pag. 665 l. c.), che non si comprendeva bene come funzionasse la corda vocale (piega superiore) in questo caso.

Il solco adunque che presenta costantemente la laringe del Gorilla, è completamente omologo a quello da noi trovato nell'uomo.

Ma, oltre che nel Gorilla, ho potuto riscontrare il solco glottideo in altri mammiferi; e precisamente: nel gatto e nel majale. Nel gatto, in ispecie, il solco glottideo (V. fig. 14) è molto evidente, e suddiviso in due da una piega che si parte dal fondo: esso percorre quasi tutta la corda vocale, sta vicino all'angolo della corda e non presenta papille. Ho trovato questo solco, simmetrico e d'aspetto sempre identico, in tre laringi di gatto esaminate; anzi nelle altre due laringi era ancora più profondo, che in quella da cui ho preso il disegno; la quale è stata da me scelta, perchè la corda forma quivi un angolo acuto (1. tipo Salvi), mentre nelle altre due laringi formava un angolo retto. Il legamento elastico, bene sviluppato, resta a una certa distanza dal solco, limitato dappertutto da connettivo lasco; il muscolo si spinge molto addentro nella corda, e forma, così come il legamento, uno sprone in corrispondenza dell'angolo della corda.

Anche nel majale esiste un lieve solco, poco al disotto l'angolo della corda, ed esteso a quasi tutta la corda. Quivi il solco è limitato da tutti i lati dal legamento elastico; il quale però è poco spesso, appunto perchè il muscolo è molto sviluppato e, penetrando profonda-

mente nella corda, costituisce in massima parte la corda stessa (fig. 15). L'angolo vocale è quasi acuto.

Nel cane pure pare vi sia nel terzo posteriore un solco glottideo, ma osservandone attentamente in sezioni in serie tutta la laringe, si nota che, ciò che fa credere all'esistenza di un solco glottideo nel terzo posteriore della corda, è una piega della mucosa, la quale, partendosi anteriormente dalla parete laterale del ventricolo di Morgagni, guadagna sempre più la faccia superiore della corda, di modo che indietro, essendo più sviluppata e trovandosi molto vicina al margine libero, fa credere alla presenza di un solco glottideo.

Il solco glottideo, adunque, è una formazione che si riscontra costantemente, e spesso molto accentuato, in alcuni mammiferi (finora nel Gorilla, nel gatto, nel majale). Nell'uomo, invece, non è costante, ma è molto frequente; e poichè sembra sia più frequente e spesso più evidente nei bambini, anzichè negli adulti e nei vecchi; e poichè presenta una grande variabilità di forma, di estensione, di dimensioni, di simmetria e nei rapporti cogli altri tessuti della corda, probabilmente ha il significato di una formazione regressiva, che tende a scomparire nell'uomo. Non si può perciò stabilire nettamente, come vorrebbe il Salvi, un rapporto di causa ed effetto tra la presenza del solco e la disposizione del legamento elastico e del muscolo; tanto più avendo noi visto, specie nei bambini, come i rapporti tra il solco e il legamento variano nei diversi casi, e come la forma del muscolo non c'entri quasi per niente nel determinare il solco. Non esiste nemmeno un rapporto tra la forma dell'angolo della corda (labbro glottideo) e la presenza del solco; avendolo io riscontrato quasi sempre in corde ad angolo retto, e una volta in una corda ad angolo acuto.

Fisiologicamente poi, specie quand'esso è molto sviluppato e corrisponde al labbro glottideo, può determinare delle modificazioni nei caratteri della voce; tali, però, credo, da non richiamare molto l'attenzione, e tanto meno da far sospettare in vita la presenza del solco.

Questo, per quanto riguarda il solco glottideo: occupiamoci adesso del significato dell'angolo della corda vocale.

Il Salvi, fondandosi su quello che, secondo lui, dice Giacomini nel lavoro già citato del 1892, dà un determinato valore morfologico

e antropologico all'angolo che forma la vera corda in sezione frontale (angolo vocale); concludendo che il tipo ad angolo ottuso (3. tipo) rappresenta *un segno di organizzazione inferiore, cioè a dire una varietà*; e, basandosi inoltre sul fatto, che su 12 laringi di delinquenti egli trovò 9 volte il 3. tipo, mentre su 50 laringi di individui normali riscontrò il tipo ad angolo ottuso solo 10 volte, tende a dare anche all'angolo ottuso che forma la vera corda nell'uomo un significato degenerativo.

Avendo però io notato, che le vedute dell'Autore riguardo al valore dell'angolo vocale non corrispondevano alle mie, lessi attentamente il lavoro di Giacomini, citato dal Salvi, ove trovai che il Giacomini dice ben altro di quanto crede il Salvi. Secondo Salvi, di fatti. Giacomini, come accennammo in principio, direbbe: che la disposizione da ritenersi normale nell'uomo della nostra razza è quella del 1. tipo (corda ad angolo acuto); mentre nelle razze umane inferiori e nella maggior parte dei Primati è il 3. tipo (ad angolo ottuso) che si suole riscontrare. Giacomini, invece, confutando l'asserzione del Gibb (6), secondo cui nel negro il pavimento del ventricolo di Morgagni sarebbe costantemente obbliquo in basso e all'esterno e la corda quindi ad angolo acuto, dice (pag. 47 l. c.) queste precise parole: „Secondo le nostre osservazioni il pavimento del ventricolo può assumere 3 diverse posizioni: 1. il pavimento del ventricolo di Morgagni può essere disposto orizzontalmente, sulla medesima linea del margine delle corde vocali; 2. essere obbliquo in alto e all'esterno; 3. obbliquo in basso e all'esterno. *Ora di queste tre possibilità la più frequente a osservarsi nei nostri negri si è l'orizzontale: essa fu riscontrata 10 volte: la 2 tre volte; la 3 due volte. Questa proporzione è pressochè identica a quella che abbiamo trovata nelle laringi della nostra razza.*“

Si occupa poi il Giacomini della disposizione ad angolo acuto della corda vocale nell'uomo; ma egli si esprime in proposito colle seguenti parole (pag. 49 l. c.): „... non è raro osservare una disposizione la quale è fedelmente riprodotta nella fig. 1 (tipo ad angolo acuto), in essa si scorge che il pavimento dei ventricoli è fortemente inclinato in basso e all'esterno ecc. . . . Ciò che importa principalmente notare in questa circostanza si è, che nelle condizioni ordinarie la

corda vocale, in sezione trasversa, figura un angolo retto, come si scorge nelle laringi dei due negri (fig. 2 e 3), e come si può vedere in tutte le figure date dagli Autori, dai quali questa disposizione viene considerata come normale e costante. Nel caso invece che stiamo descrivendo, la corda vocale forma uno spigolo più o meno acuto, e la sua sporgenza nella laringe si fa più manifesta. I suoi movimenti per questo fatto, devono essere più facili e più estesi sotto l'azione dell'aria che esce dall'apparato respiratorio, e probabilmente ne avverranno modificazioni nei caratteri della voce. Ma su ciò non possiamo dir nulla."

Questo è quanto dice Giacomini riguardo alla forma dell'angolo vocale nelle varie razze umane. Occupandosi poi dei Primati, egli s'intrattiene sulle differenze che esistono tra la laringe dell'uomo, e quella dell'Orang, dello Chimpanzè, del Macaco e del Cercopiteco; soprattutto in riguardo al prolungamento vocale del m. tiroaritenoidico, cui egli dà molta importanza fisiologica, morfologica e antropologica: non si occupa però in modo speciale della differenza dell'angolo vocale. Del resto, da quello che si rileva dalle figure, e da quanto egli dice fuggacemente a quest'ultimo proposito, si vede che, a eccezione della laringe del cercopiteco, ove la corda forma un angolo ottuso, nel Macaco la corda è ad angolo retto, e nell'Orang e nello Chimpanzè ad angolo molto acuto.

Giacomini quindi non dice, come vorrebbe il Salvi, che il tipo della corda ad angolo acuto rappresenta il tipo normale nell'uomo della nostra razza, mentre nelle razze umane inferiori e nella maggior parte dei Primati si riscontra il tipo ad angolo ottuso (3. tipo); ma dice invece che il primo tipo (ad angolo acuto) non è frequente a osservarsi nell'uomo bianco, che sia in questo come nel negro si possono riscontrare *con identiche proporzioni* tutti e tre i tipi di angolo vocale, e che, fra tutti il più frequente a incontrarsi è il tipo ad angolo retto. Nemmeno per quanto riguarda i Primati è vero quello che sostiene il Salvi, poichè dalle figure che si trovano nel lavoro di Giacomini si rileva, che negli esemplari esaminati da questo autore è più frequente il primo e il secondo tipo di angolo vocale, piuttosto che il terzo.

Le mie osservazioni poi confermano maggiormente la poco esattezza delle vedute del Salvi al riguardo. A me pare, difatti, che la forma dell'angolo vocale nell'uomo varii molto nei diversi individui per cause diversissime, che spesso non si possono bene stabilire. Tra le circostanze però che spiegano costantemente una certa influenza sulla forma dell'angolo vocale, merita di essere annoverata l'età. Nelle laringi di bambini, appunto, di solito il labbro delle vere corde è tagliente, e l'angolo vocale è quasi sempre retto e qualche volta acuto. A questo periodo della vita, come abbiamo visto, il legamento vocale è molto sviluppato, ed è ad esso che in massima parte è dovuta la forma dell'angolo vocale; da cui resta molto distante il muscolo posto profondamente. Man mano poi si va avanti negli anni, per l'esercizio, si sviluppa sempre più il muscolo vocale; mentre il legamento elastico per la compressione sempre crescente che su di esso esercita il muscolo, e secondariamente per la regressione che tende a subire il tessuto connettivo nella vecchiaia, diminuisce sempre di spessore. È per questo che l'angolo della corda si arrotonda e si smussa, variamente sempre a seconda i casi; ed è per questo che negli adulti e nei vecchi troviamo, più frequentemente che nei bambini, il tipo della corda ad angolo ottuso. Il grado di riduzione poi del legamento elastico, e lo sviluppo del muscolo della corda, variano per diverse altre cause in individui della stessa età; queste variazioni però, a me pare, non infirmino la regola da me sopra esposta.

Tra le altre cause poi, che spiegano la loro influenza nel determinare la forma dell'angolo vocale (che del resto può variare nei diversi segmenti d'una stessa corda), menzionerò: i mutamenti di dimensione e anche di direzione che subiscono le varie parti del laringe all'epoca della pubertà; le dimensioni varie del laringe nei diversi individui; la professione, e quindi l'uso maggiore o minore della voce nei diversi soggetti; il grado di contrazione dei muscoli laringei nel momento della morte.

Per tutto ciò, adunque, bisogna essere molto guardinghi, nell'attribuire un significato qualsiasi a un carattere così incostante e variabile per le cause le più diverse, qual'è quello della forma dell'angolo vocale. E se a ciò si aggiunge che, oltrechè nei Primati ove

spesso, come abbiamo detto, l'angolo della corda è tutt'altro che ottuso, nel majale, e specialmente nel cane e nel gatto la corda forma un angolo retto e qualche volta un angolo acuto (fig. 14), non si può assolutamente dare alla forma dell'angolo vocale un costante valore morfologico o antropologico.

Non vorrei infine terminare il presente lavoro, senza occuparmi brevemente di un carattere su cui insiste in modo speciale il Giacomini, nelle sue due pubblicazioni già da noi ripetutamente citate; carattere ricordato anche dal Salvi. Intendo dire dello sviluppo, della disposizione e dei rapporti del prolungamento interno o vocale del muscolo tiro-aritenoideo; prolungamento che, indicato in Anatomia col nome di muscolo tiro-aritenoideo interno, meriterebbe il nome, come giustamente rileva Giacomini, di *muscolo vocale*.

Giacomini nel lavoro del 92 (l. c. pag. 52 e seg.) rileva, come il muscolo tiro-aritenoideo nell'uomo può assumere in sezione frontale: o la forma di uno spigolo ad angolo retto, il quale si addentra nello spessore della corda vocale (caso comune); oppure lo spigolo può mancare completamente; o infine essere grandemente esagerato (ad angolo acuto). L'Autore, poi, inclina, giustamente, a dare a queste disposizioni un valore fisiologico: è probabile, difatti, che, quanto più addentro e più immedesimato è il muscolo vocale colla corda, tanto maggiormente la funzione di questa dovrà essere più perfetta; più adatta quindi a fornire tutte quelle sfumature di voce, di cui sappiamo è capace la laringe umana, specie dopo un lungo esercizio e studio.

Ma oltrechè un valore fisiologico, invero molto probabile, Giacomini, fondandosi sull'aspetto che presenta lo stesso muscolo nella corda delle scimie da lui esaminate (ove di solito non esiste quasi un vero muscolo vocale perchè il m. tiro-aritenoideo non manda prolungamento di sorta dentro la vera corda), tende a dare anche un valore prettamente antropologico alla disposizione ad angolo retto o acuto del muscolo della vera corda. Egli, difatti, a pagina 662 del lavoro del 97 (l. c.) dice proprio queste parole: „Il muscolo tiro-aritenoideo nelle razze superiori della specie nostra e nelle laringi meglio sviluppate dà un prolungamento ch'io chiamo *vocale*, il quale si addentra nello spessore delle corde vocali, si immedesima e fa corpo con esse

per modo che, dicendo corda vocale, non intendiamo solo la porzione fibro-elastica di essa, ma anche la porzione muscolare posta alla sua base. Ora, discendendo nella serie degli animali esaminati, questo prolungamento muscolare sembra ritirarsi dalla corda, i rapporti tra muscolo e corda si fanno meno intimi, si rendono quasi indipendenti, sia dal lato anatomico che funzionale.“

A me pare, intanto, che il prolungamento vocale del m. tiro-aritenoideo, e quindi la forma ad angolo retto o acuto che il muscolo della vera corda presenta in sezione frontale, non rappresenti costantemente un carattere esclusivo della specie nostra; quantunque nelle razze umane superiori (dopo i primi anni di vita) questo carattere si presenti più costante e marcato, appunto per il lungo esercizio della voce.

Se è vero, difatti, che nella massima parte delle scimie esaminate da Giacomini non esisteva quasi prolungamento vocale del muscolo; nella laringe dello Chimpanzé invece, quantunque questo fosse molto giovane (di 2 anni), il muscolo formava un angolo retto, e penetrava nella corda forse più che nei bambini di pochi anni. Oltre a ciò in animali più bassi nella scala zoologica, quali il majale e il gatto, il muscolo, nel primo costituisce in gran parte la corda stessa (fig. 15); e nel gatto pare mandi uno sprone in direzione dell'angolo della corda (fig. 14). Se è probabile perciò, che il maggiore sviluppo del prolungamento vocale del muscolo tiro-aritenoideo indica un maggiore perfezionamento della corda stessa, legato in massima parte all'uso della voce; non mi pare sia sempre vero, che la presenza di un prolungamento vocale del muscolo tiro-aritenoideo costituisca una caratteristica esclusiva della specie nostra.

Risulta adunque da tutto quanto abbiamo detto:

1. Che il *solco glottideo* è una formazione la quale si riscontra frequentemente in corde vocali in cui l'angolo è retto, e in individui normali (nei miei casi nel 55%).

2. Esso, più sviluppato e più frequente nei bambini, corrisponde a formazioni omologhe e costanti, che si trovano nel Gorilla, nel gatto e nel majale. Ha quindi importanza morfologica, e pare rappresenti una formazione regressiva.

3. Il solco glottideo, trovandosi nei singoli casi in rapporti molto variabili coi diversi tessuti i quali costituiscono la corda, non può considerarsi, contrariamente a quanto crede il Salvi, come il prodotto di determinate disposizioni del muscolo vocale e del legamento elastico.

4. La forma dell'*angolo vocale* (angolo che forma la vera corda in sezione frontale) è variabile, sia nell'uomo (per l'età e altre cause) che nei diversi animali. Non le si può dare quindi, nè dal punto di vista antropologico, nè dal lato morfologico, un valore ben determinato.

5. Il prolungamento vocale del muscolo tiro-aritenoideo (muscolo vocale di Giacomini o tiro-aritenoideo interno degli Autori), se è vero che si trova più differenziato nell'uomo, esistendo anche in animali inferiori (gatto, majale), non costituisce, pare, un carattere esclusivo della nostra specie.

P. S. Qualche giorno prima di terminare il presente lavoro ho letto (riferito brevemente nel Centralblatt f. norm. Anatomie ecc. anno 1906. Vol. III. fasc. 3) che Alezais [7] comunicò un caso di divisione incompleta e simmetrica della corda vocale inferiore nell'uomo. Probabilmente si sarà trattato di un solco glottideo molto sviluppato (V. il mio caso 11).

Catania, 1. Aprile 1906.

Bibliografia.

1. Alezais, Dédoublement de la corde vocale inférieure. *Marseille Méd.* 1. Febbraio 1906.
 2. Citelli, Sulla presenza di cartilagini sesamoidi nella corda vocale superiore dell'uomo ecc. *Anat. Anzeiger.* Vol. 28. pag. 304. 1906.
 3. Deniker, *Recherches anatomiques et embryologique sur les singes anthropoides.* pag. 204.
 4. Giacomini, C., Annotazioni sull'Anatomia del negro-memoria V. *Giornale della R. Accad. di Medicina di Torino.* Vol. 40 pag. 33. 1892.
 5. —, *Giornale della R. Accad. di Medicina di Torino.* Vol. 3. p. 661. 1897.
 6. Gibb, Essential points of difference between the larynx of the Negro and that of the White Man. *Memoirs read before the Anthropological Society of London.* Vol. II. pag. 1. 1865—66.
 7. Salvi, G., *Archivio di Psichiatria, scienze penali e Antropologia criminale.* Vol. 22. pag. 369. Torino 1901.
-

Spiegazione delle figure.

- Fig. 1. Metà sinistra della laringe di un bambino di anno 1 e mesi 4 (caso 11) ingrandita del doppio.
- Fig. 2. Metà sinistra della laringe di un uomo di 53 anni (caso 9) ingrandita di $\frac{1}{3}$.
- Fig. 3. Feto di 5 mesi, corda v. inferiore, sezione frontale, colorazione comune. Ingr. 17 diam. disegnata colla camera lucida. a. faccia super. della corda; b. faccia infero interna; 1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. tessuto connettivo lasco, con vasi, della faccia superiore; 5. connettivo lasco della faccia interna.
- Fig. 4. Bambino di 7 giorni, corda inferiore in sezione frontale, colorazione comune, disegno camera lucida. Ingr. 17 d. a. faccia superiore; b. faccia interna; 1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. connettivo lasco.
- Fig. 5. Bambino 7 mesi, corda inferiore in sezione frontale, colorazione Weigert per le fibre elastiche — Ingr. 17 d. — camera lucida. a. faccia superiore; b. faccia interna; 1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. connettivo lasco; 5. pieghe della faccia superiore.
- Fig. 6. Bambino anno 1 e mesi 3, corda v. infer. in sezione frontale, color. Weigert — Ingr. 17 d. — camera lucida. a. faccia superiore; b. faccia interna; 1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. tessuto lasco; 5. dotti ghiandolari e ghiandole.
- Fig. 7. Bambino anni 3 e mesi 9, corda infer. in sezione frontale, color. Weigert — Ingr. 17 d. — cam. luc. a. faccia super.; b. faccia interna; 1-1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. connettivo lasco; 5. ghiandole e dotti ghiandolari.
- Fig. 8. Ragazza anni 10, corda infer. in sezione frontale, color. Weigert — Ingr. 17 diam. — cam. luc. a. faccia super.; b. faccia interna; 1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. connettivo lasco.
- Fig. 9. Ragazza anni 15, corda infer. in sezione frontale, color. Weigert — Ingr. 17 diam. — cam. luc. a. faccia super.; b. faccia interna; 1-1. legamento elastico; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4-4. ghiandole.
- Fig. 10. Uomo anni 67, corda infer. in sezione frontale, color. semplice — Ingr. 17 diam. — camera lucida. a. faccia super.; b. faccia interna; 1. legamento elastico residuo; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. connettivo lasco.
- Fig. 11. Bambino anno 1 e mesi 4 (caso 11), metà destra sezione frontale, color. semplice. Ingr. 18 d. a. corda voc. superiore; b. corda v. inferiore; 1. legamento vocale; 2. muscolo; 3. solco glottideo; 4. ghiandole; 5. diverticolo del ventricolo di Morgagni.

gleichsam eine neutrale Zone, das oben erwähnte Trigonum. Den Anthropoiden fehlt das Trajektorium der aufrechten Haltung, oder ist doch nur angedeutet und so kann man aus seinem Vorhandensein entnehmen, ob das betreffende Tier aufrecht ging oder nicht, und dies wurde auf die Femora des Neanderthalers und diejenigen von Spy angewendet. Daraus ist mit Sicherheit zu schliessen, dass diese Menschen aufrecht gingen.

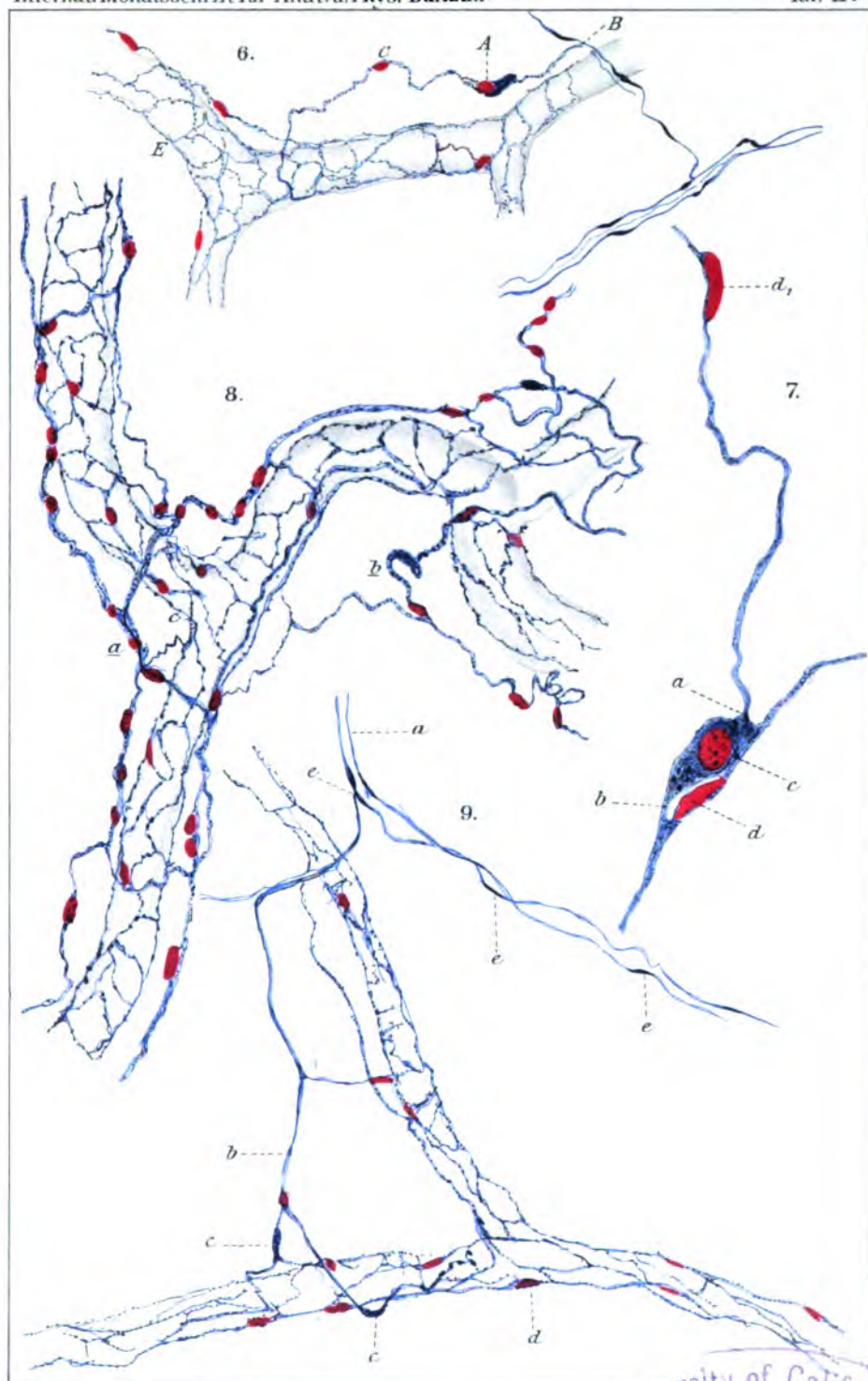
Über den Neanderthaler hat Walkhoff eine eigene Theorie aufgestellt. Dies Individuum hatte an Rhachitis und Arthritis deformans gelitten, was Walkhoff jedoch bezweifelt, und einen unregelmässig geheilten Knochenbruch des linken Oberarmes aufzuweisen. Die Rhachitis folgt aus der Krümmung der Oberschenkelbeine nach hinten, der mehr horizontalen Stellung des Collum femoris, das rechts unter einem Winkel von 119° , links unter einem solchen von 118° vom Femur abgeht, sowie der auffallenden Stärke der Trochanteren und unregelmässigen Verbiegung der Knochen des rechten Vorderarmes. Ähnliche Verhältnisse zeigen die Femora von Spy. Ein Trigonum femorale internum fehlt in allen diesen Knochen.

Da der Neanderthaler noch die Epiphysenlinien im Oberschenkelbein besitzt, so taxiert Walkhoff sein individuelles Alter auf höchstens 30 Jahre, und die Femora von Spy, die keine Epiphysenlinien mehr besitzen, auf höchstens 40 Jahre. Zusage der Oberschenkelkrümmung nach hinten gingen die diluvialen Menschen mit krummen Knien und Walkhoff zieht sogar die alte Legende von der Kletterkunst der Australier heran, während bekanntlich die Kinder der weissen Farmer ebenso gut und mit denselben Hilfsmitteln klettern wie die Ureingeborenen.

Die vollständige Verknöcherung der Schädelnähte zwingt nach Schwalbe, das Alter des Neanderthalers auf mindestens 40—65 Jahre zu schätzen. Walkhoff will jedoch diese Tatsache für vollständig irrelevant erklären. Erwähnt mag noch werden, dass Walkhoff an anderen Orten auch die Kinnbildung des Menschen im Gegensatz zu den Anthropoiden auf die Ausbildung von Drucktrajektorien zurückgeführt hat. Es ist jedoch zu bemerken, dass dieser Aufstellung über Kinnbildung durch hervorragende Anatomen widersprochen worden ist.

Von Anthropoiden hat Walkhoff den Orang-utan, Hylobates und das tertiäre Femur von Eppelsheim mit Röntgenstrahlen untersuchen können. Die geschilderten Eigenschaften des menschlichen Femur fehlen den anthropoiden Affen. Was den fossilen Oberschenkelbeinknochen von Eppelsheim anbetrifft, so war derselbe früher einem Dryopithecus genannten Affen zugeschrieben, während Dubois (Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1897) das Tier als Pliohylobates eppelsheimensis bezeichnete und es dem Genus Hylobates zurechnete. Walkhoff fand, dass der Knochen jedenfalls das Femur eines echten Affen darstellt, dessen Trajektorien einem aufrechten Gange keineswegs entsprechen. Auch beim Oberschenkelbein des Pithecanthropus würde die Röntgendurchleuchtung entscheiden können, ob letzterer aufrecht ging oder nicht, ein Mensch oder ein Affe war. Die starke Rundung der Diaphyse am distalen Ende nebst dem Fehlen eines Planum popliteum kommt nach Walkhoff wenig in Betracht und soll nur auf eine stärkere Belastung in transversaler Richtung hindeuten. Die plötzlich den einen Condylus femoris treffende Beanspruchung, wie beim Klettern, wird in schräger Richtung auf die gegenüber aber höher liegende Epiphysenwand übertragen und gibt durch Verteilung des Druckes zu der rundlichen Gestalt Veranlassung, welche dem distalen Femurende der Affen eigentümlich ist.

Wenn über manche Einzelheiten, z. B. die Altersbestimmung des Neanderthalers, die Ansichten verschieden sein mögen, so hat die vorliegende Arbeit doch jedenfalls das Verdienst, mit einer neuen Methode, Röntgenographie von Knochen durchschnitten und exaktem photographischen Verfahren, wesentliche neue Resultate über die Struktur der Femora von Primaten ergeben zu haben. Die Frage, ob der Neanderthaler und die Menschen von Spy rhachitisch waren oder nicht, sollte nicht so im Vordergrund stehen. Denn, wenn sie rhachitisch waren, so können sie dennoch einer eigentümlichen diluvialen Menschenrasse angehört haben. Nur können sie nicht ohne weiteres als Beweis der Existenz einer solchen Rasse angeführt werden. Die obige Frage ist weniger von Zoologen und Embryologen als von pathologischen Anatomen zu entscheiden. Bekanntlich gehört die Diagnose von Knochenkrankheiten aus macerierten Knochen allein zu den allerschwierigsten Aufgaben.



A. Leontowitsch: Zur Frage der Gefässinnervation bei *Rana esculenta*.

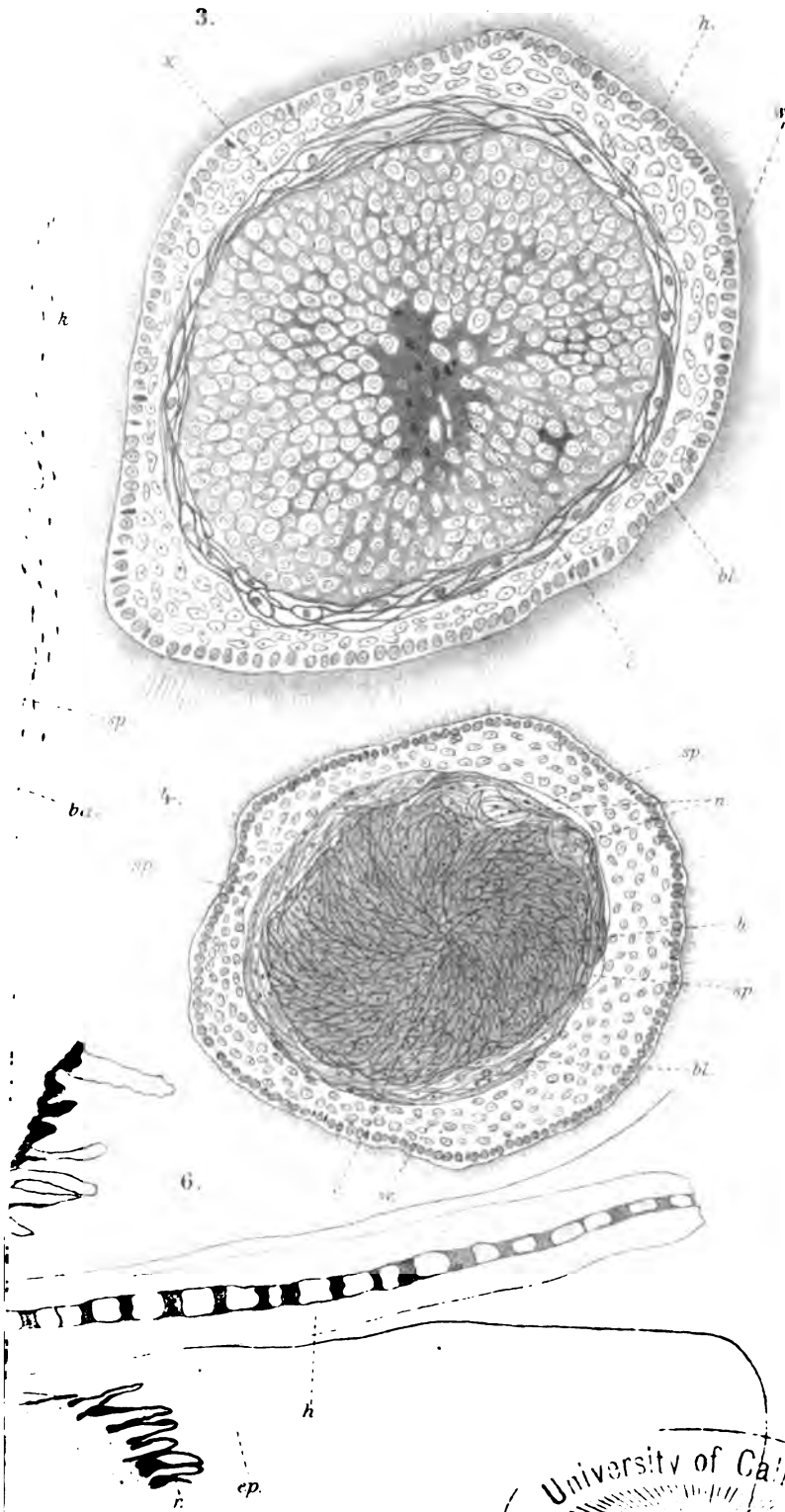




Fig. 2



Fig. 3



Fig. 1

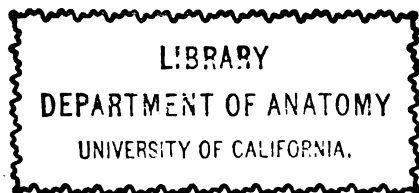


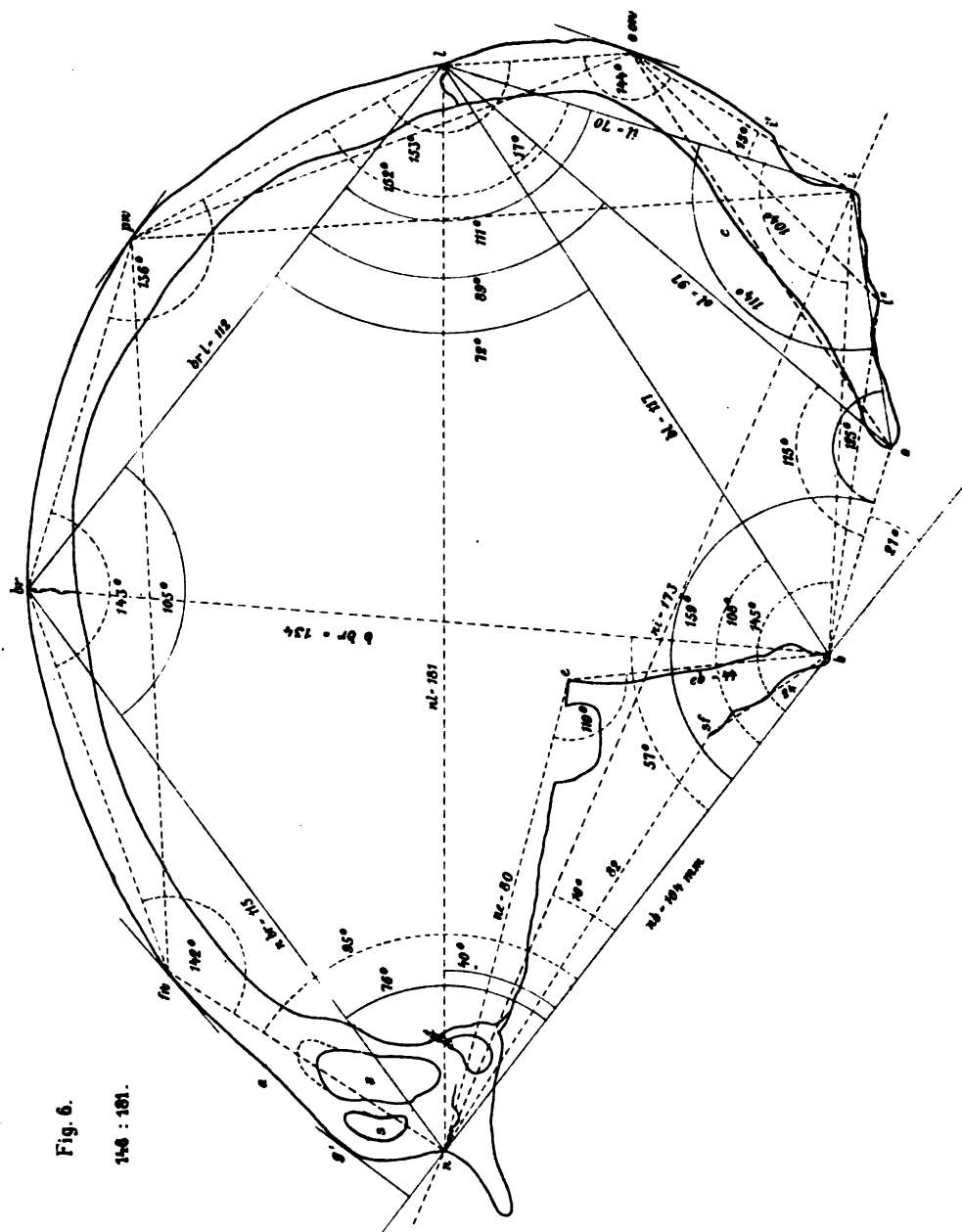
Fig. 4



Fig. 5







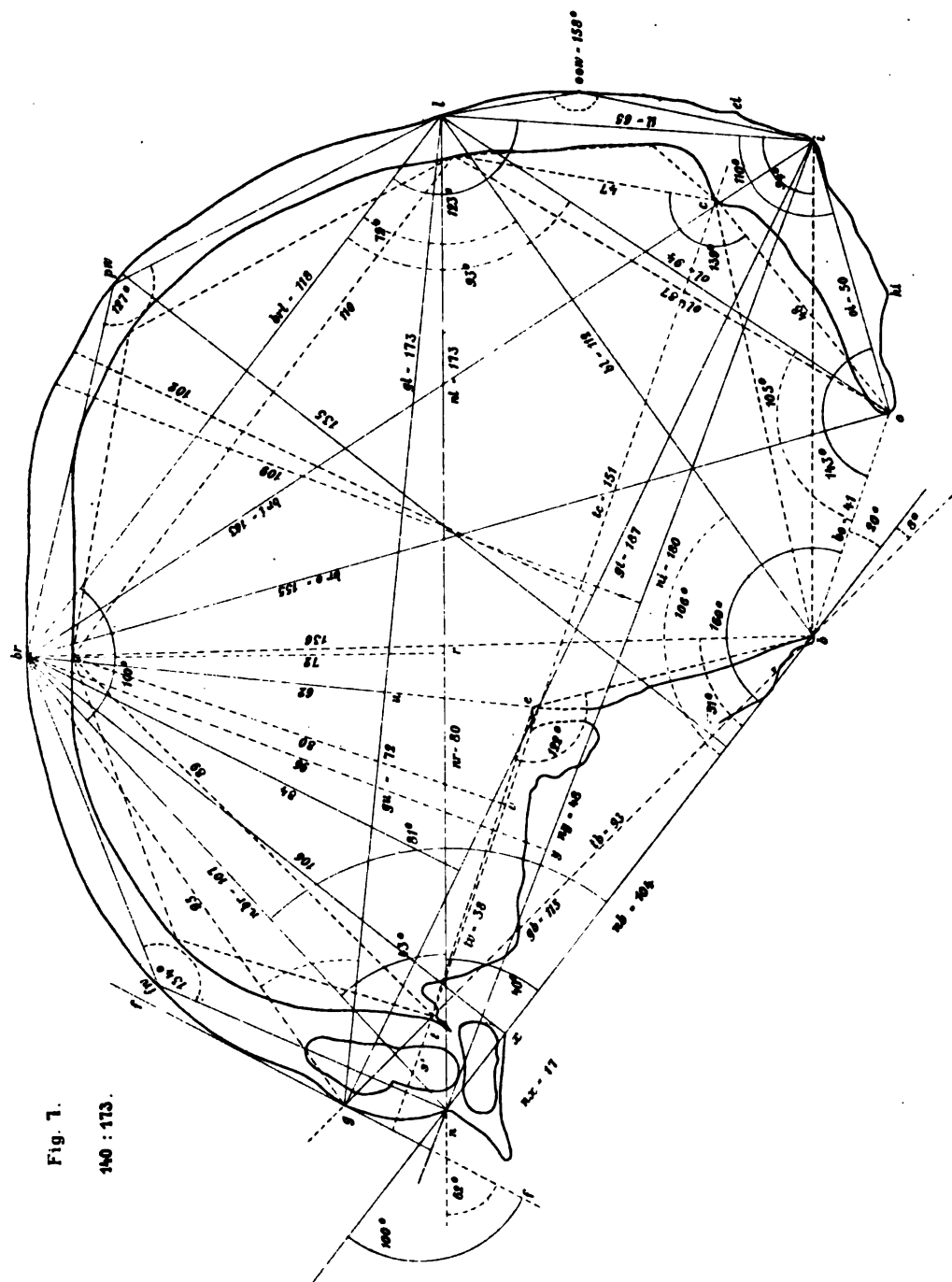
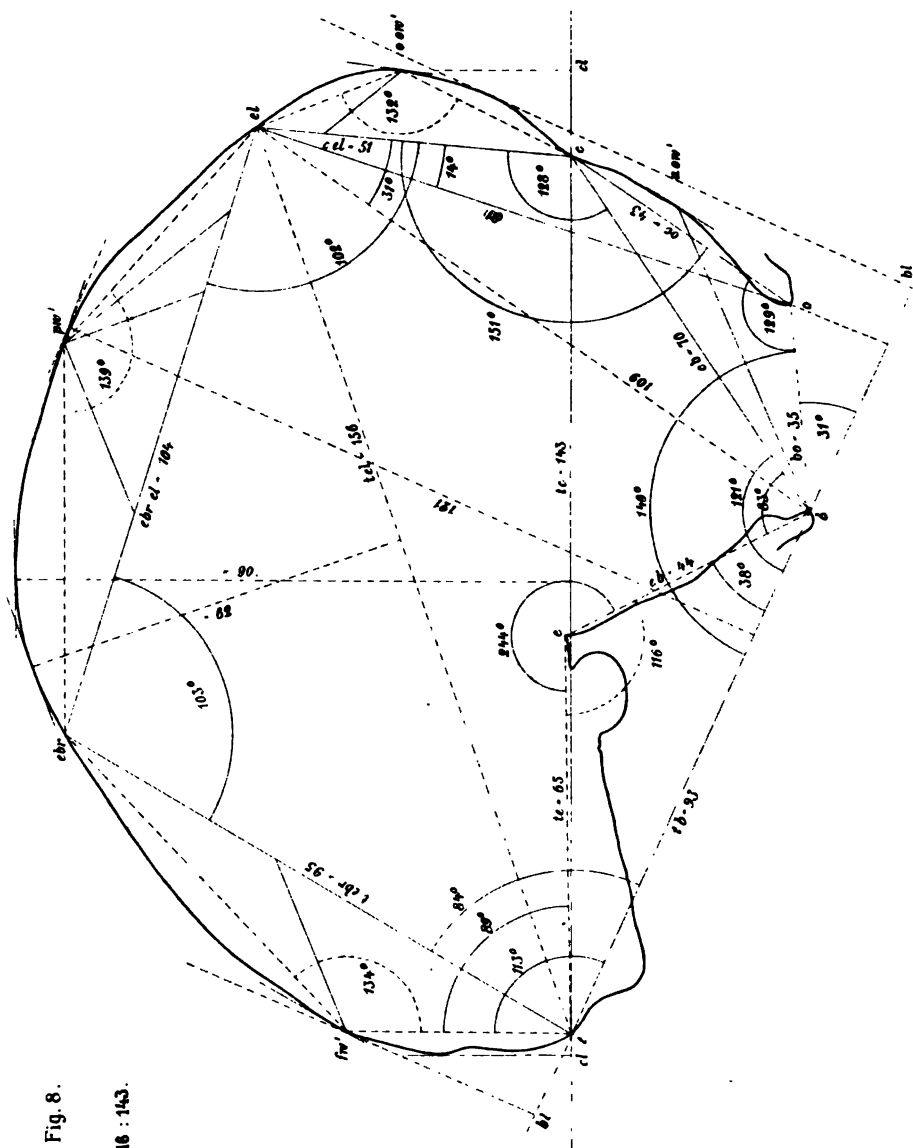


Fig. 1.

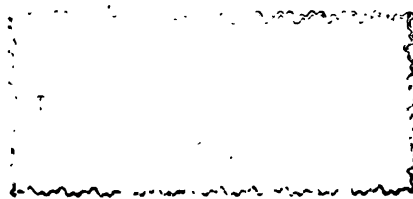
140 : 113.

19









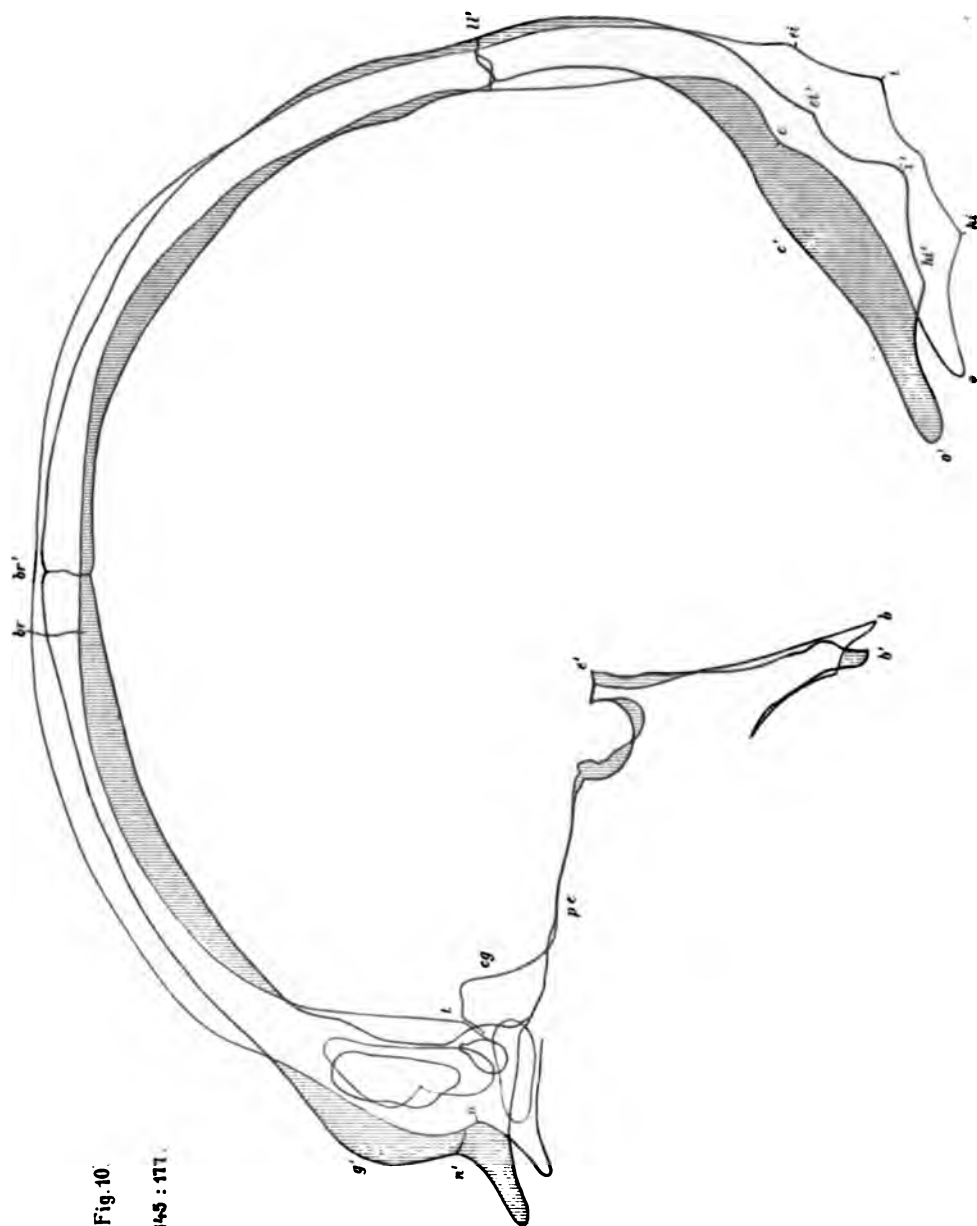


Fig. 10

145 : 177

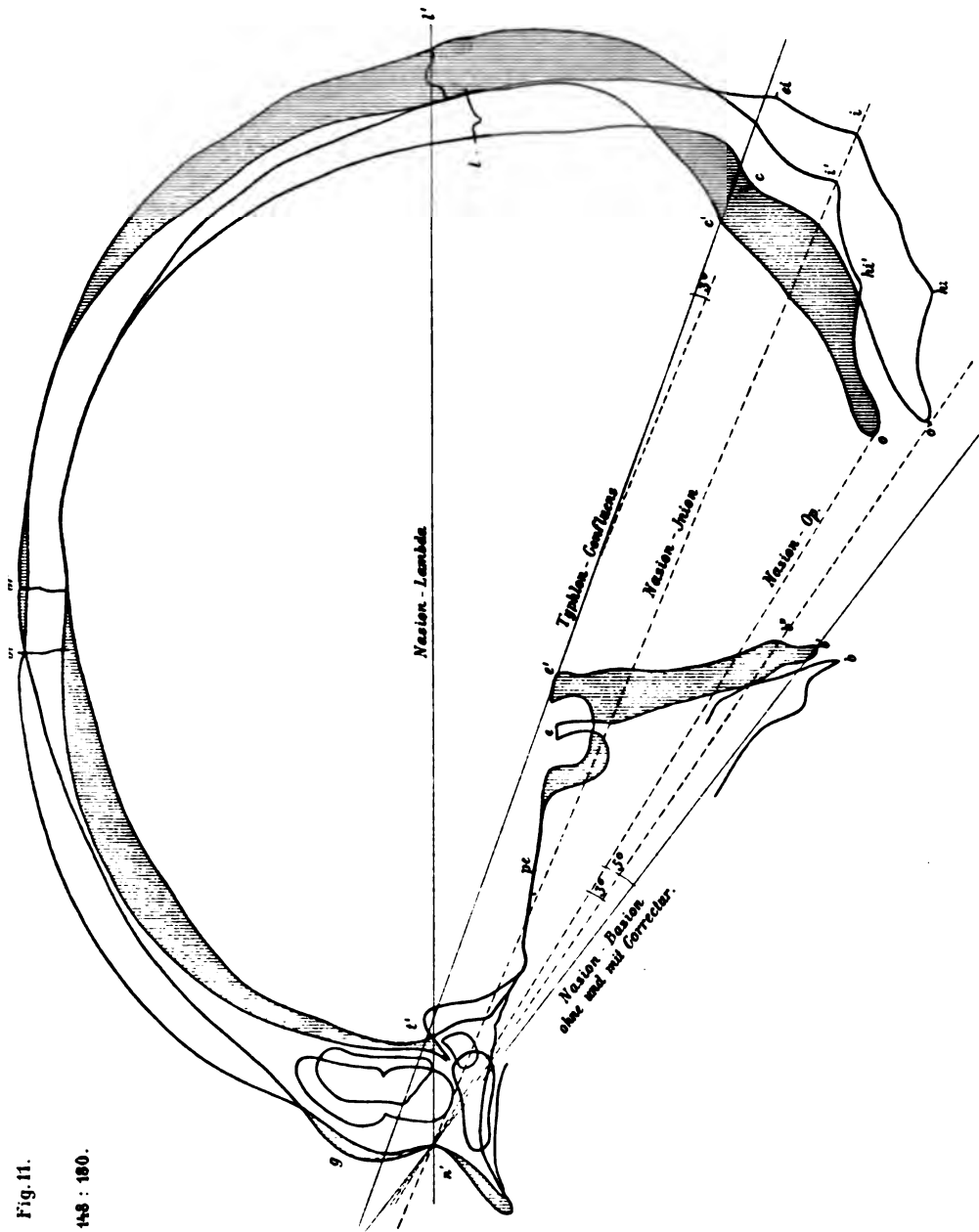
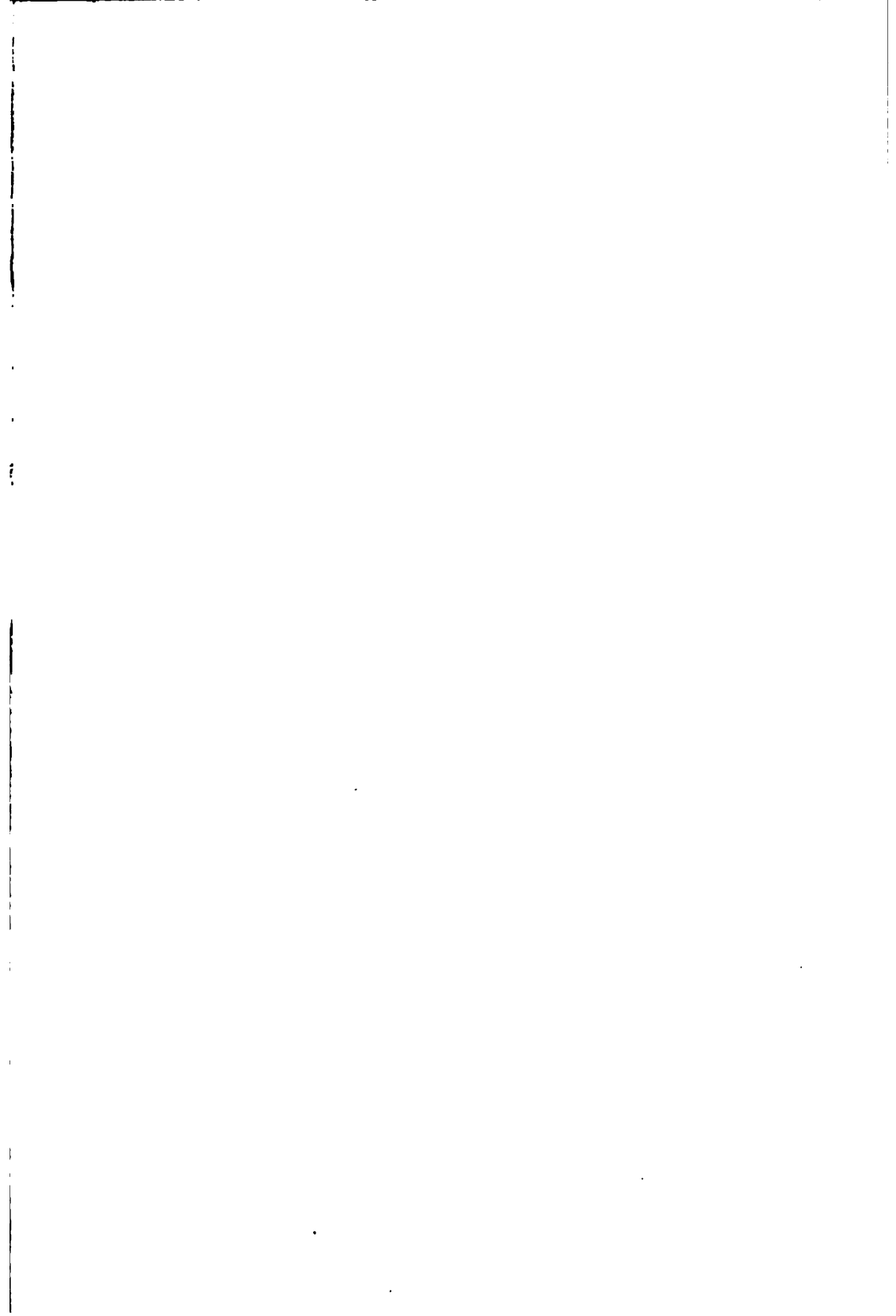


Fig. 11.

448 : 180.



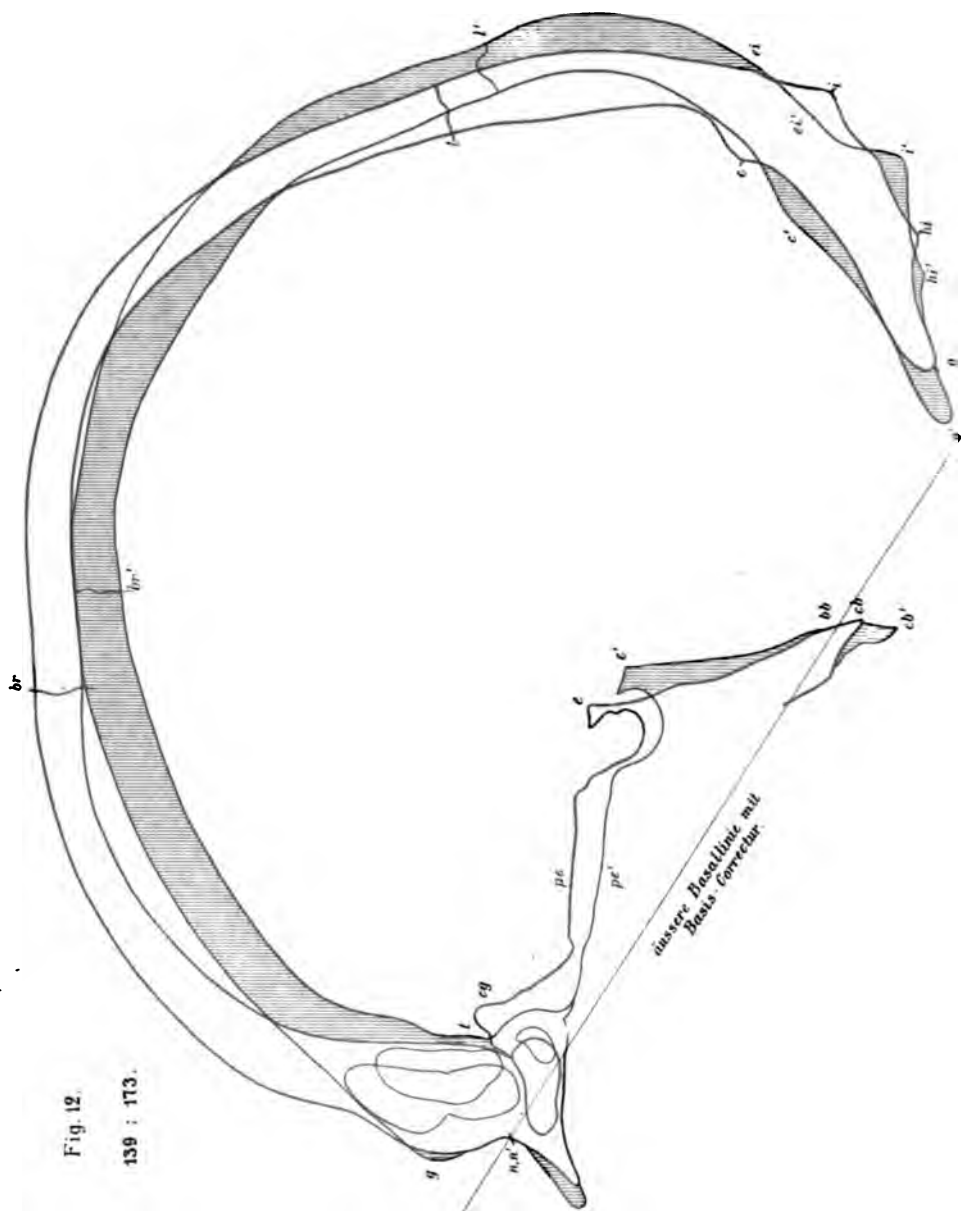


Fig. 13.
100 : 123.

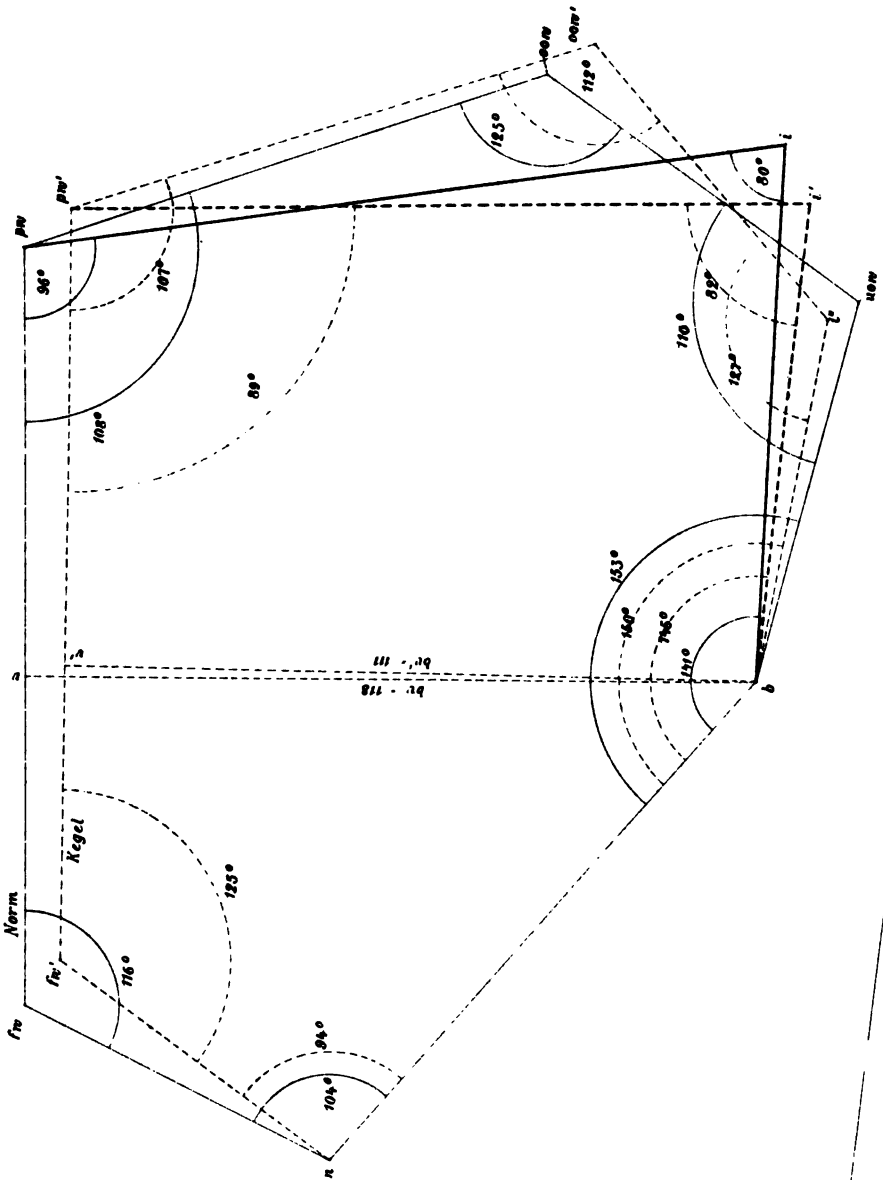
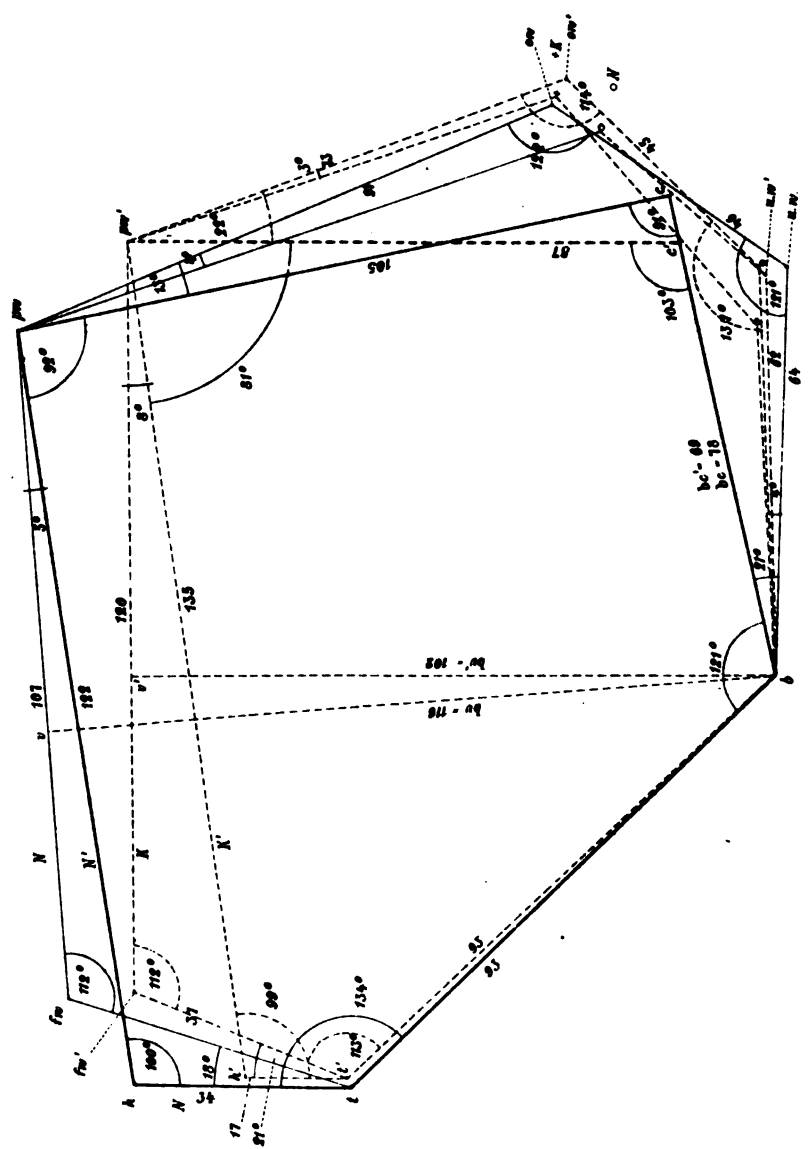


Fig. 14.
88 : 107.



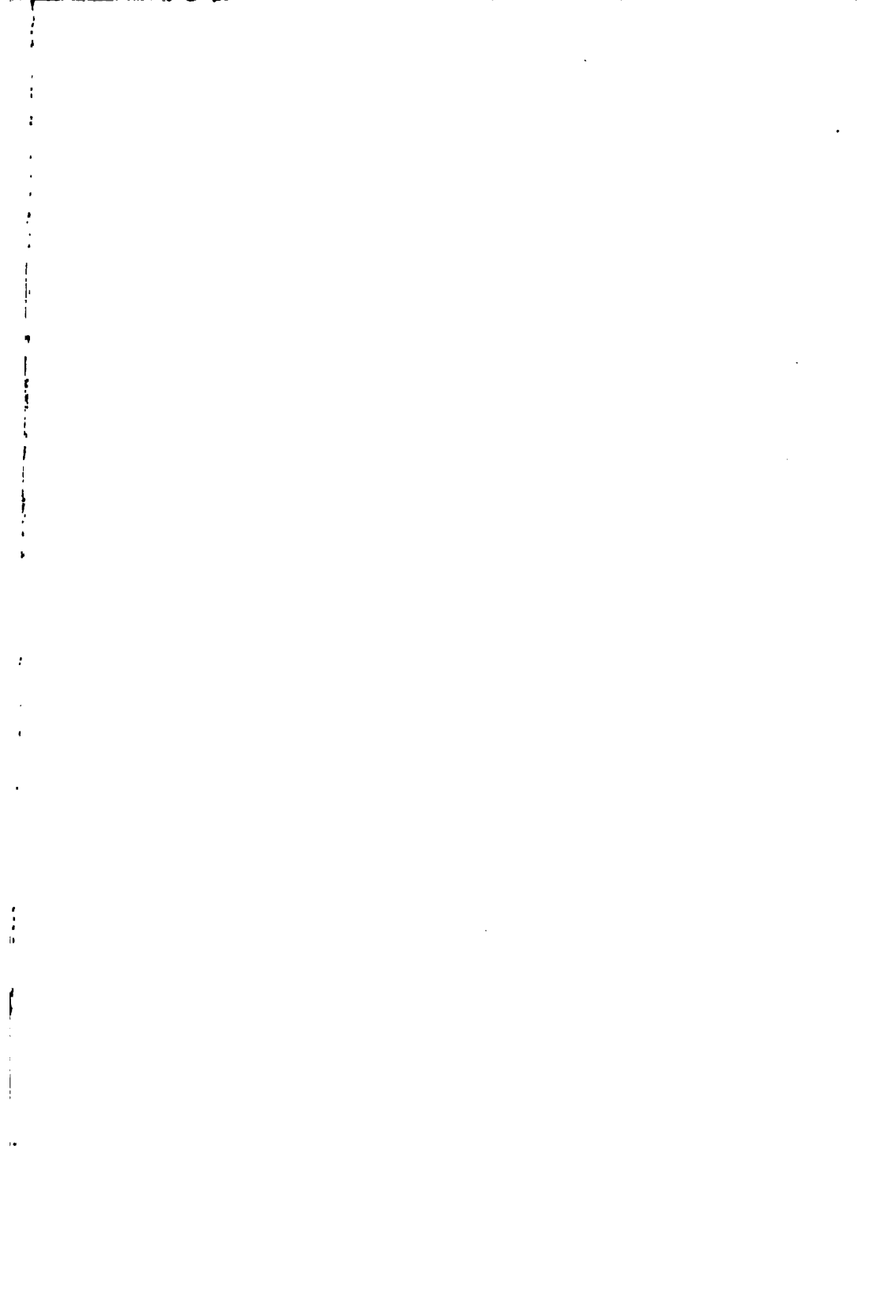


Fig. 16.

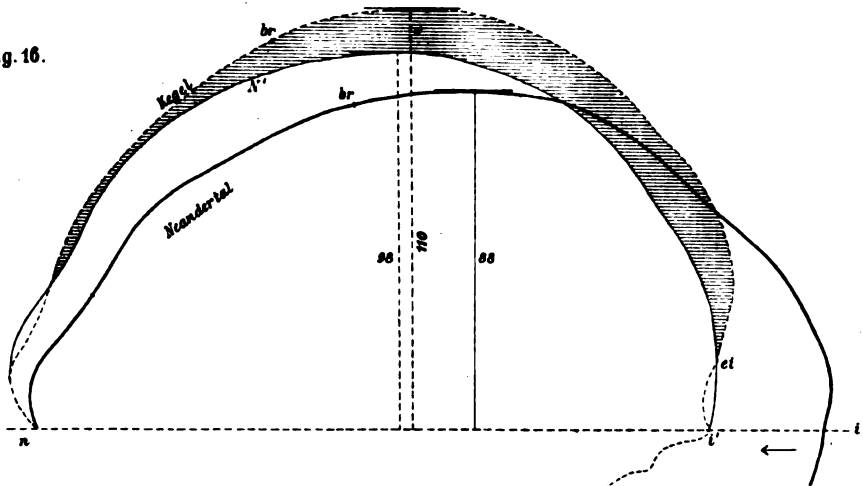


Fig. 17.

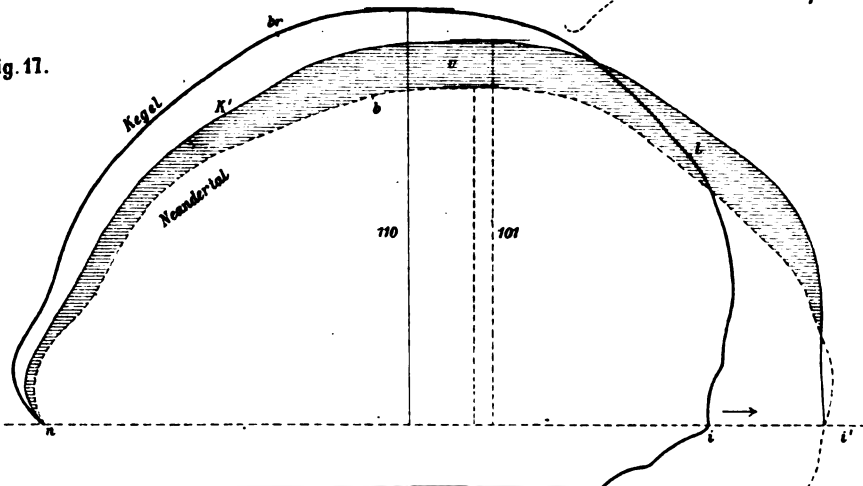


Fig. 18.

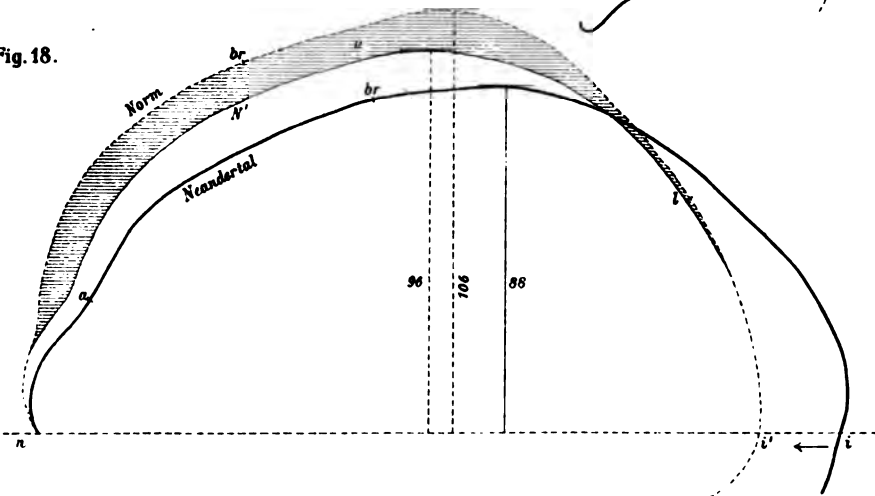


Fig. 19.

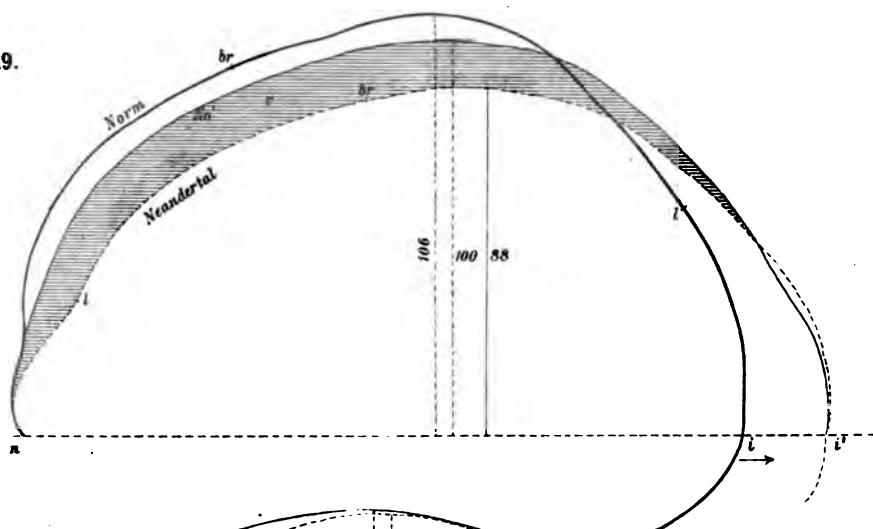


Fig. 20.

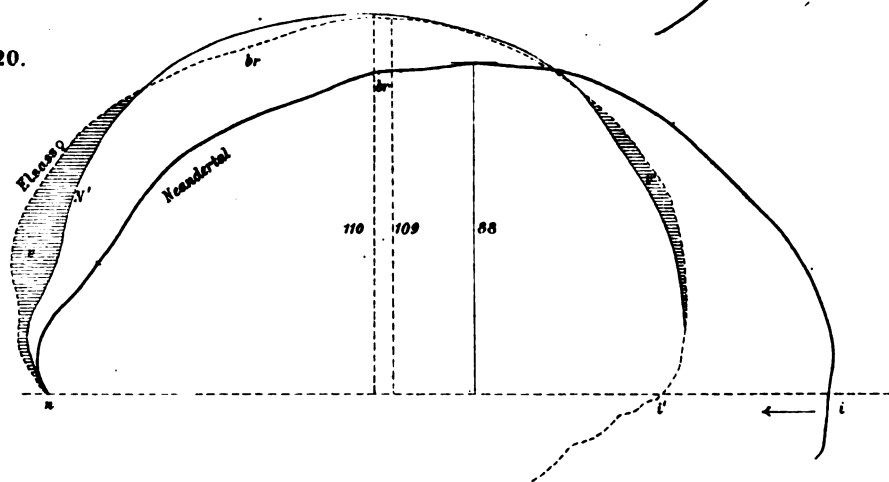
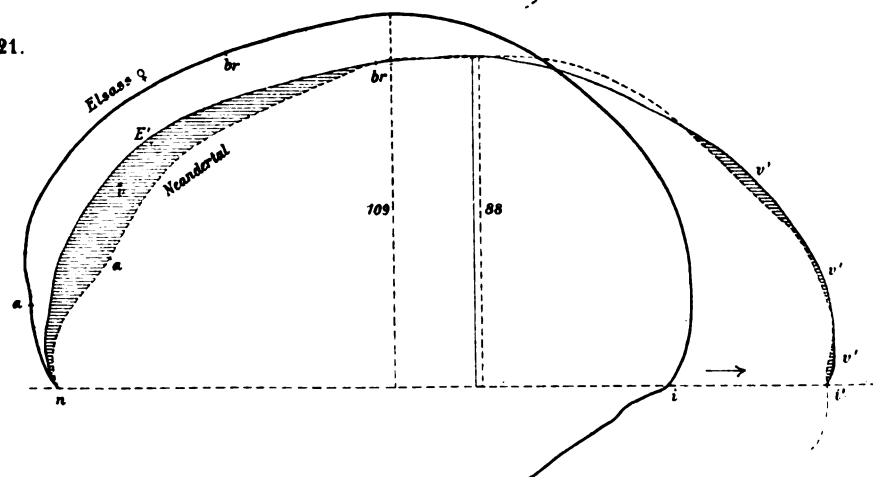
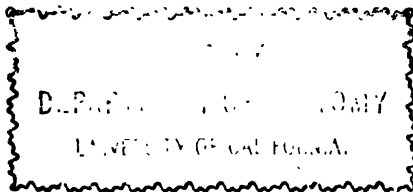


Fig. 21.







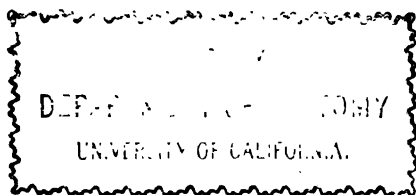


Fig. 22.

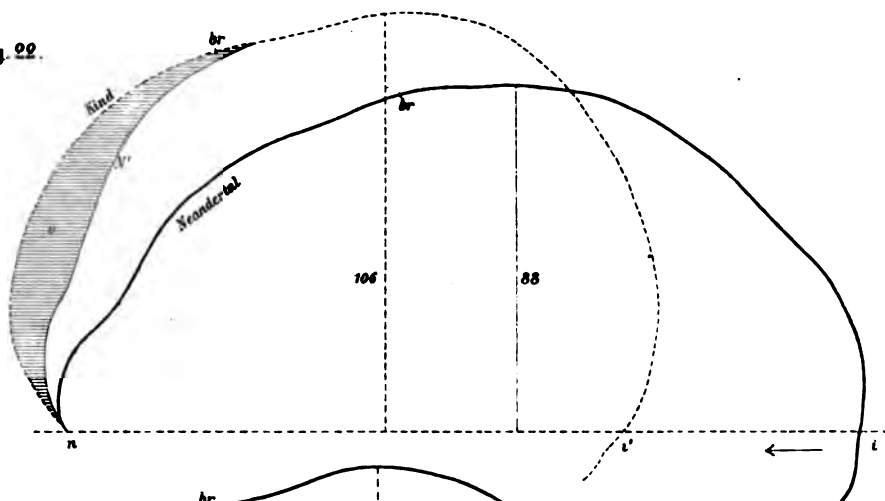


Fig. 23.

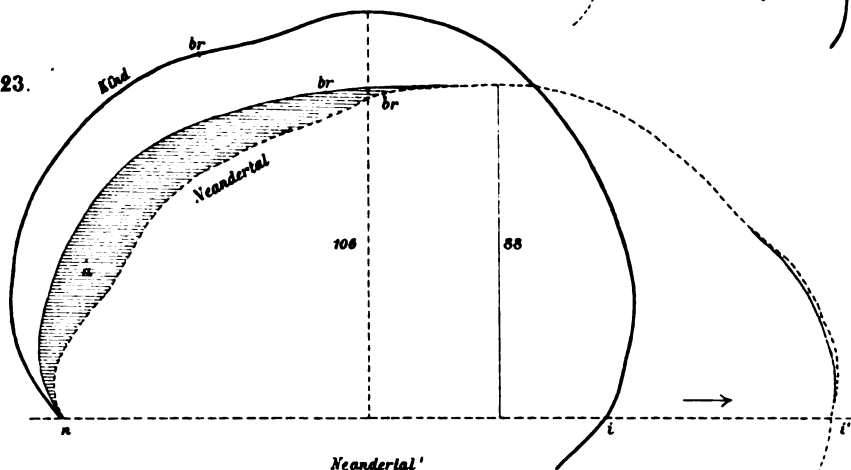


Fig. 24.

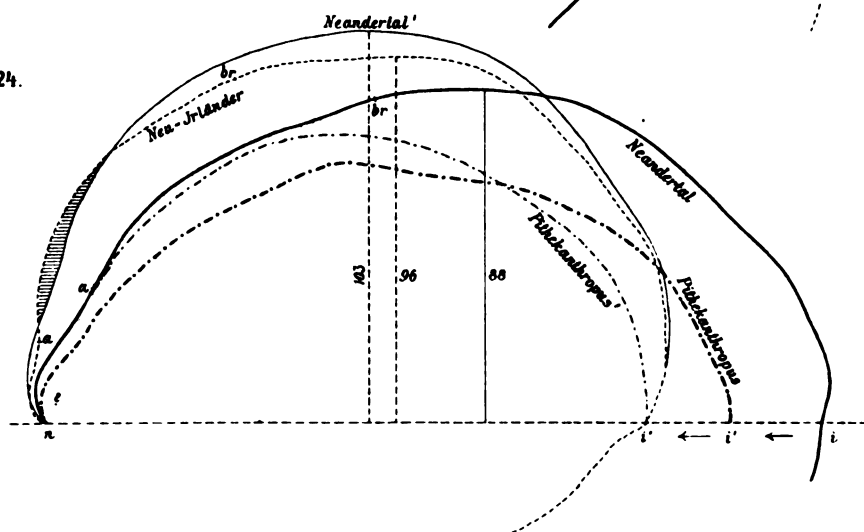


Fig. 25.

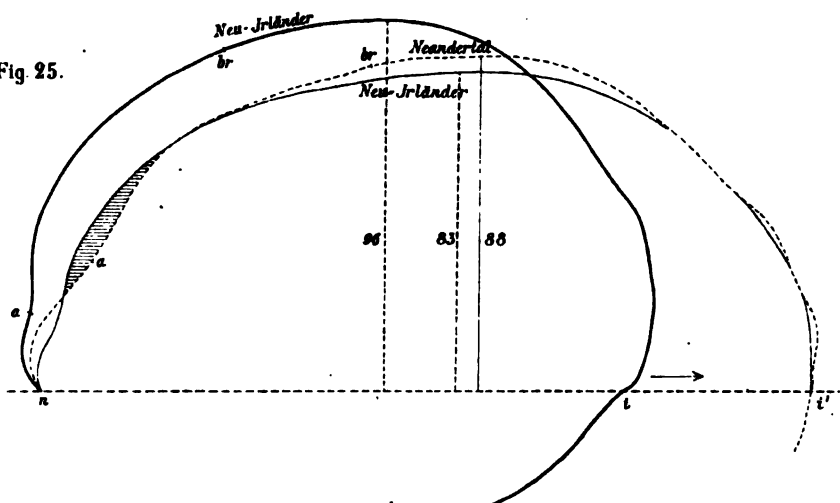


Fig. 26

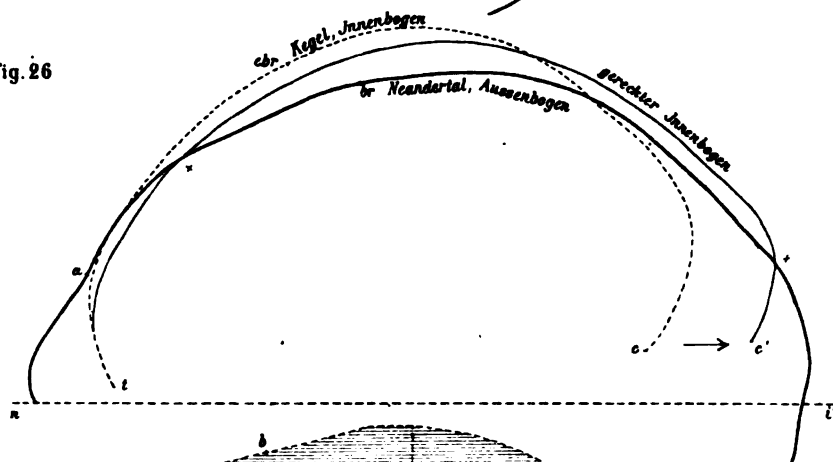
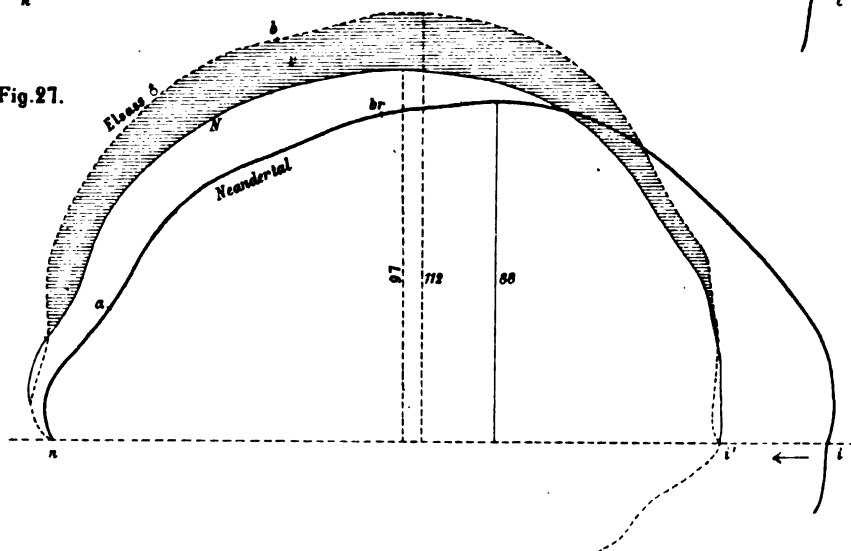


Fig. 27.



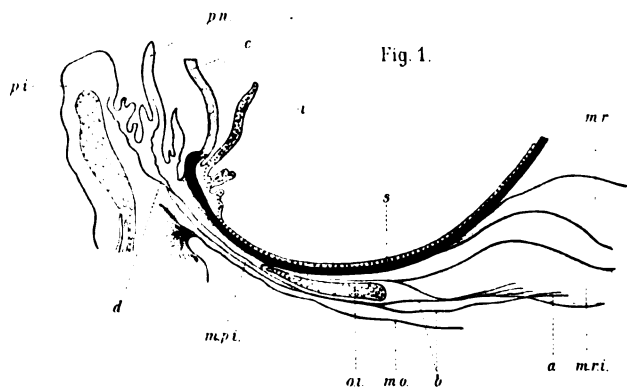


Fig. 1.

Fig. 3.

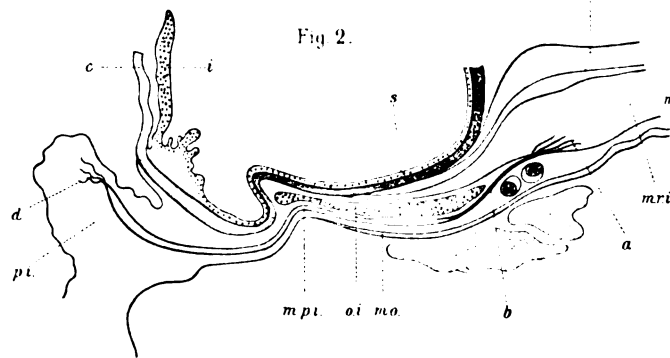
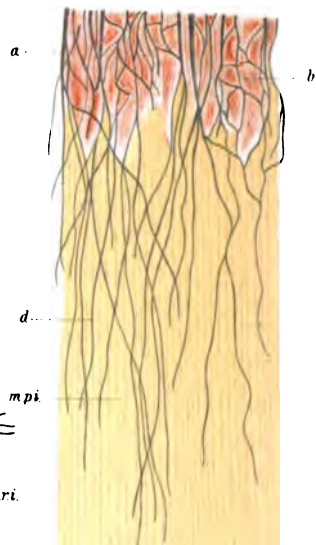
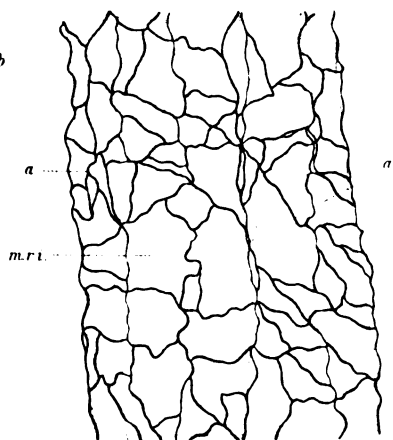
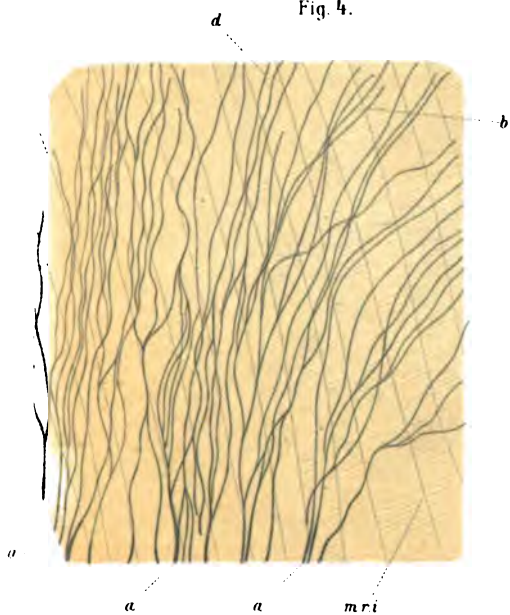
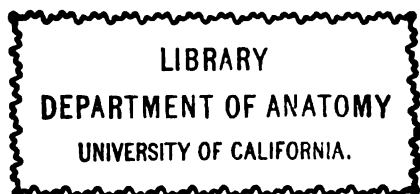


Fig. 2.

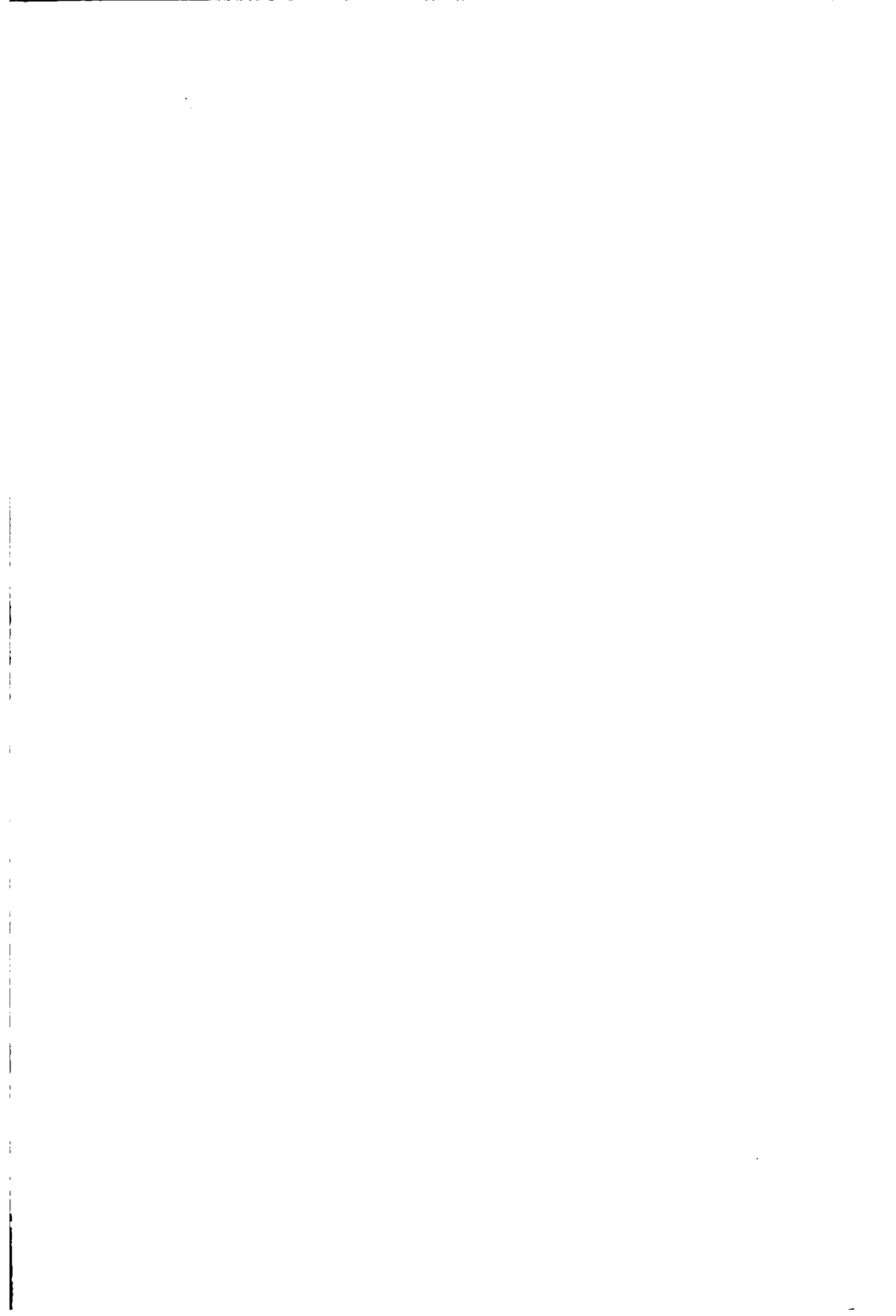
Fig. 4.

Fig. 5.

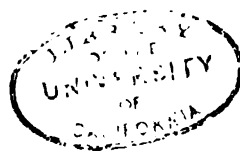


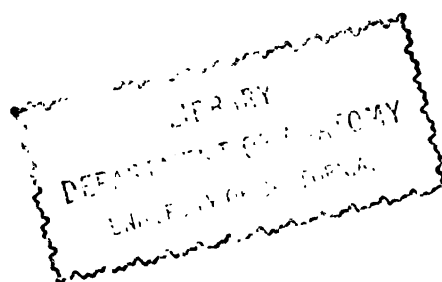


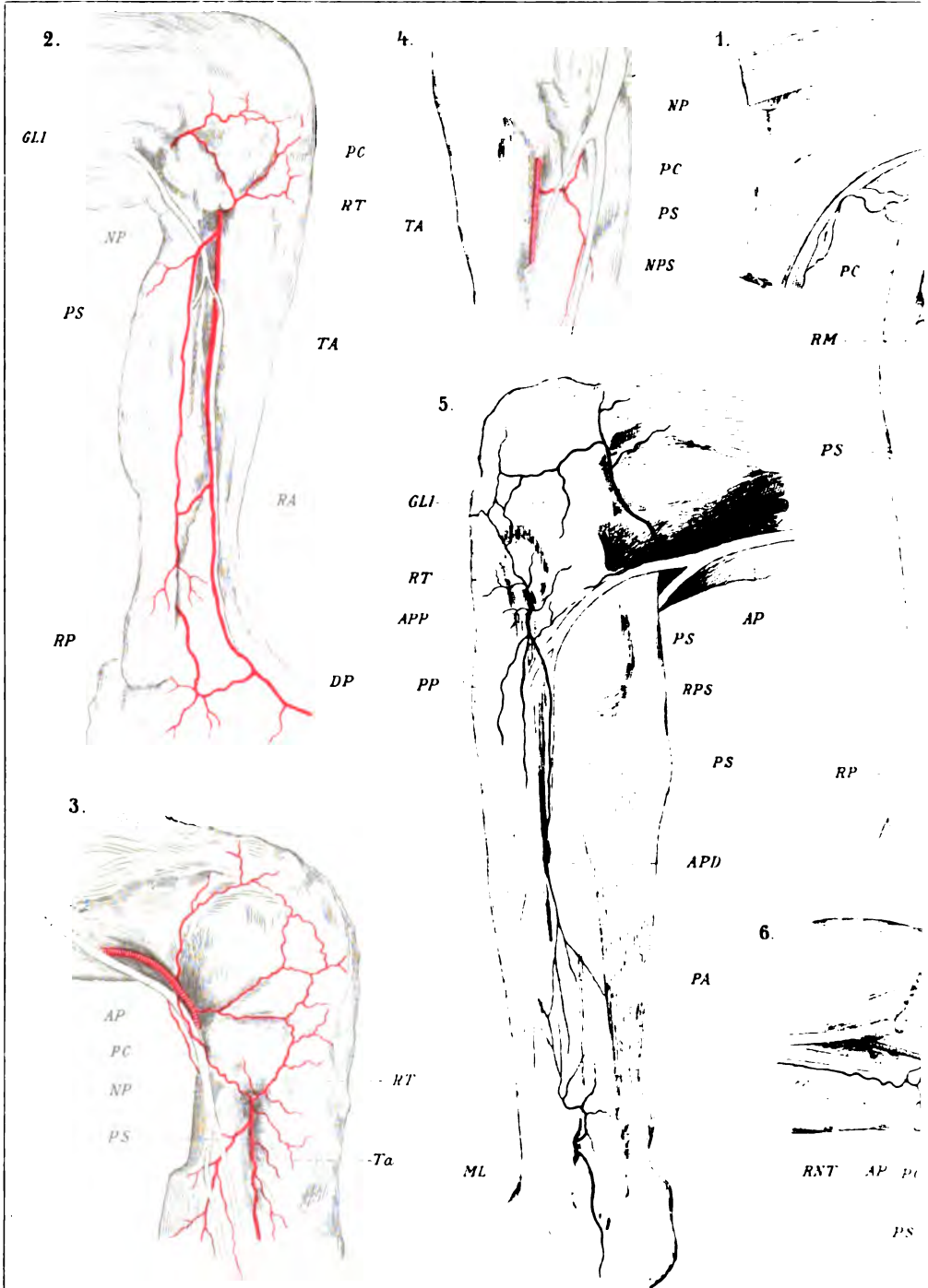
LIBRARY
DEPARTMENT OF ANATOMY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.



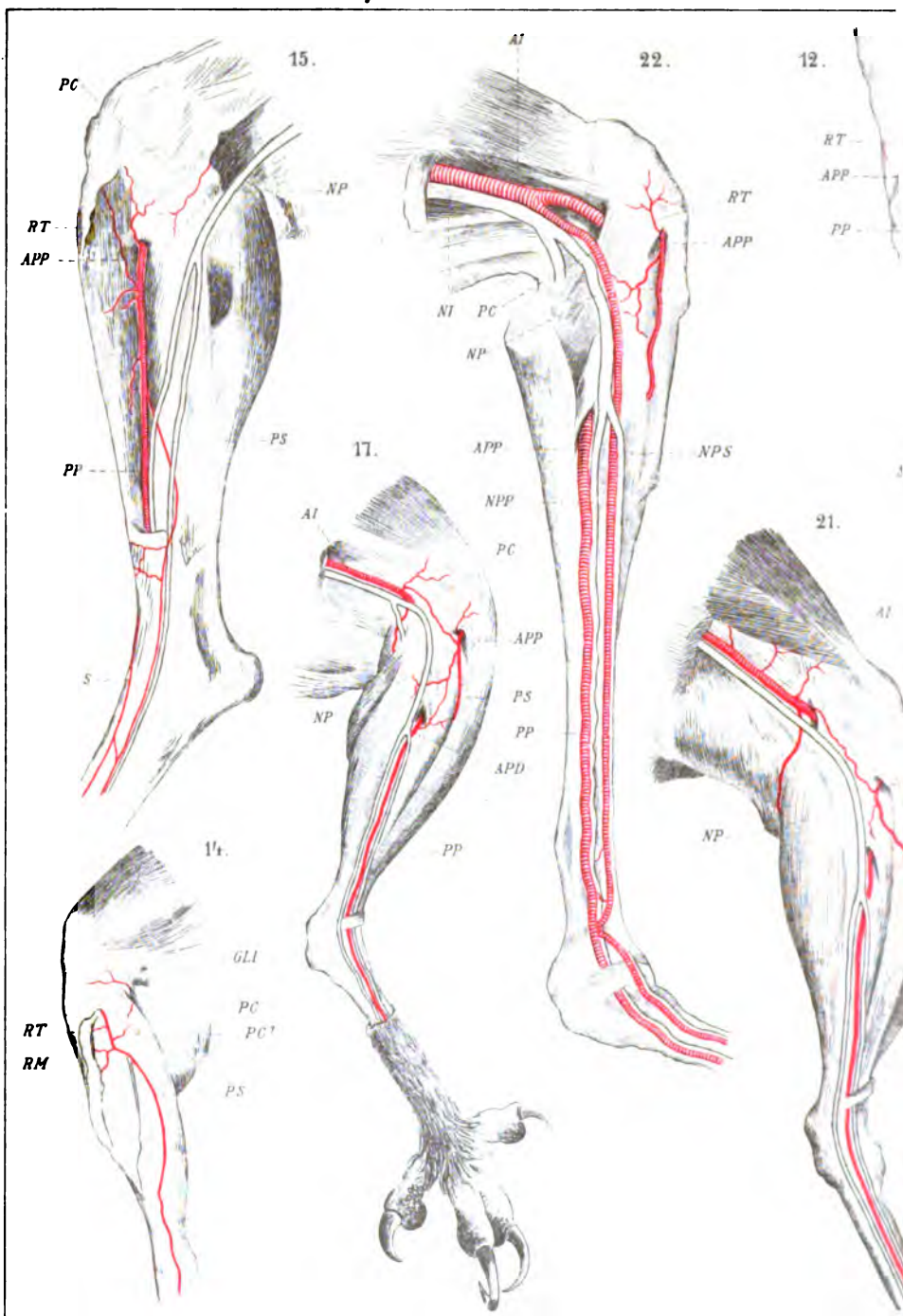


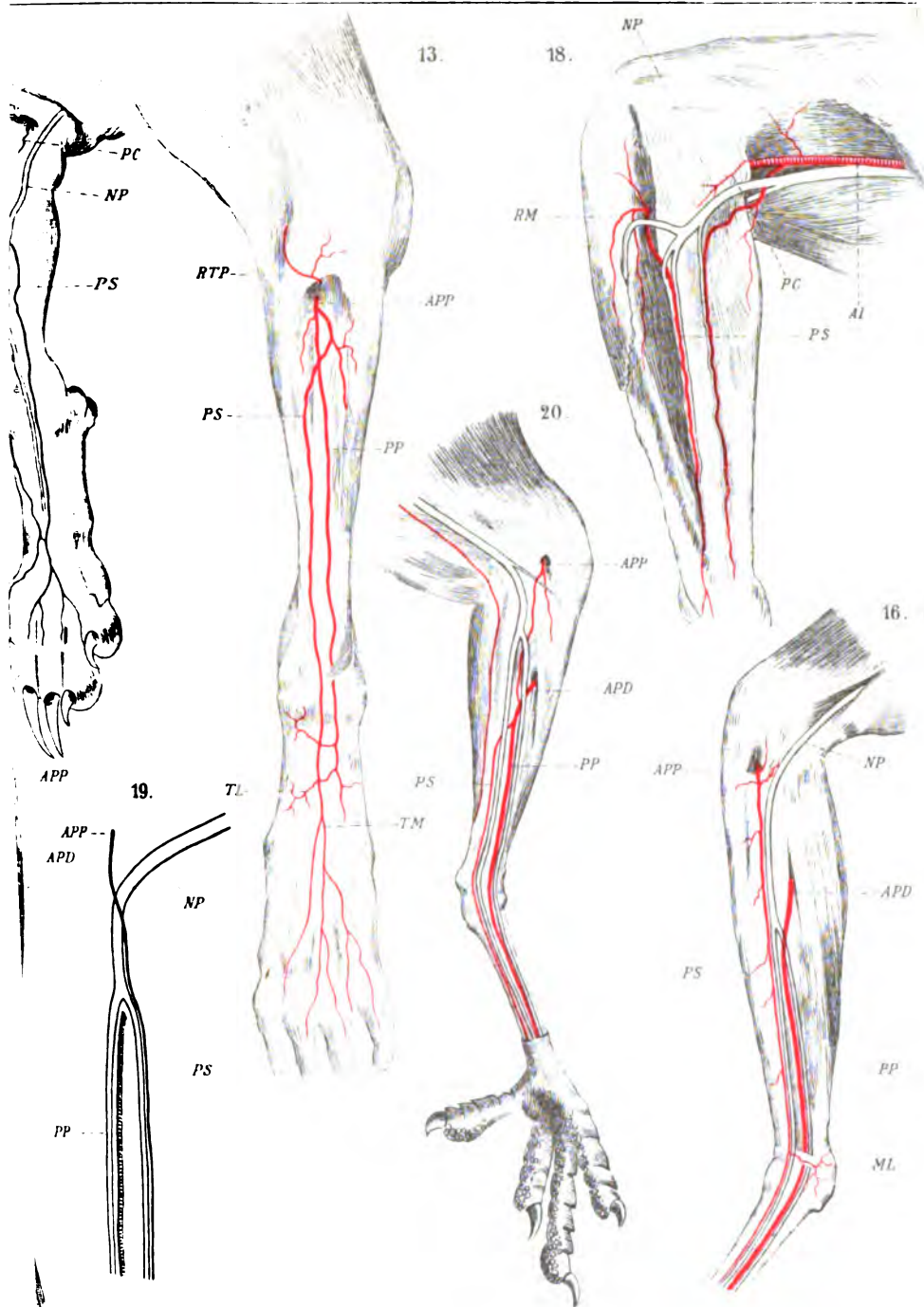




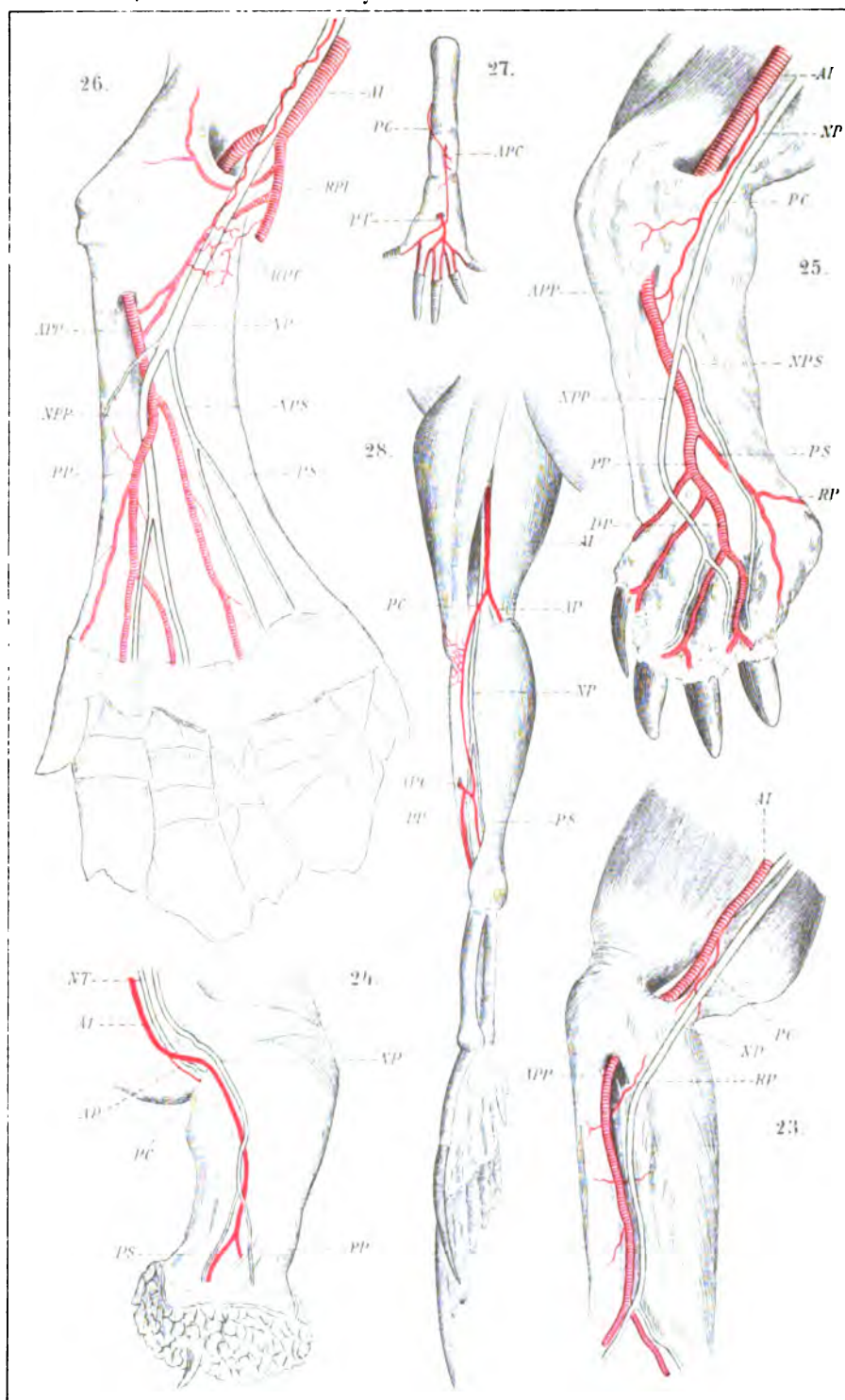


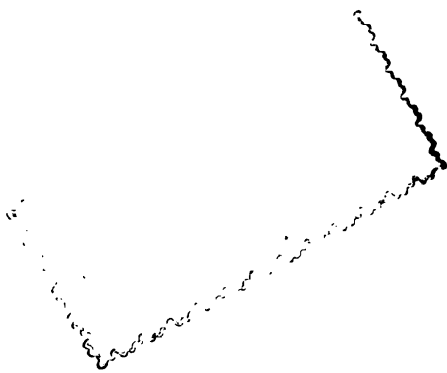












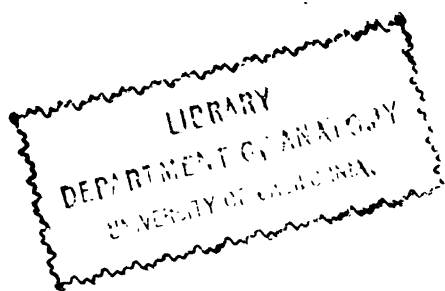
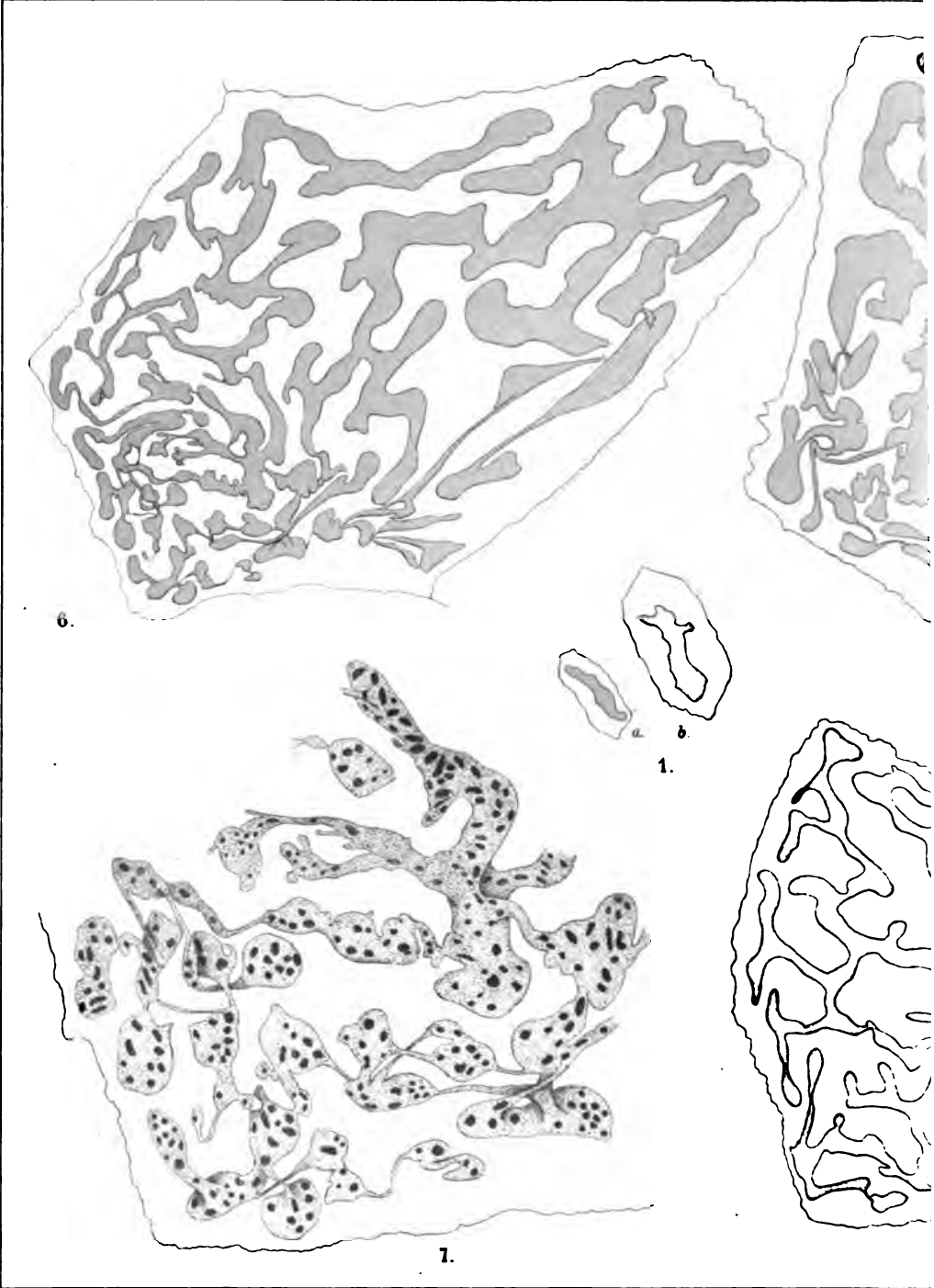
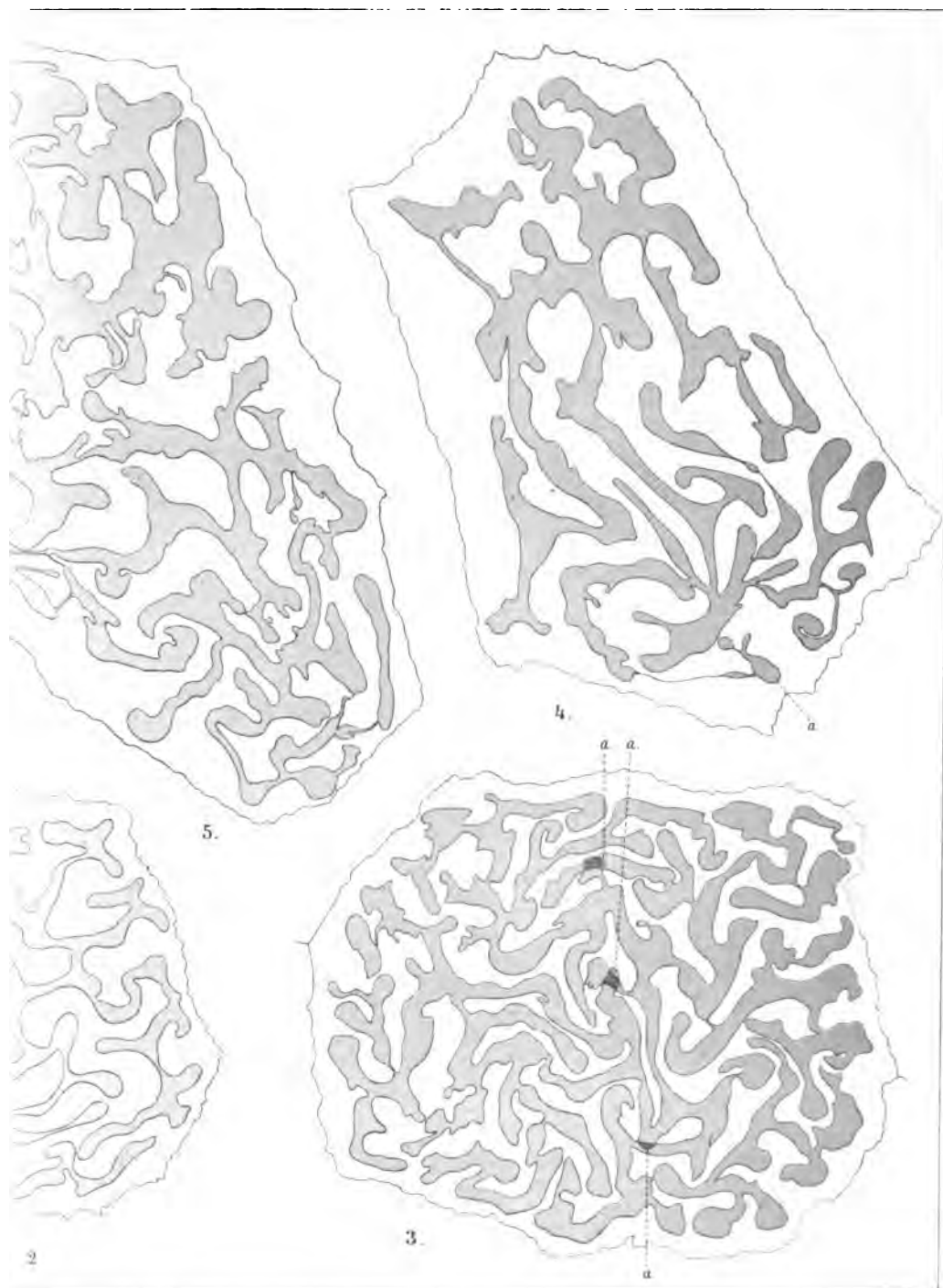


Figure 1. Aerial view of the study area showing the location of the study site (indicated by a black dot) and the location of the study area (indicated by a black rectangle).





ing Glands of *Platylax*.

LIBRARY
DEPARTMENT OF ANATOMY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

